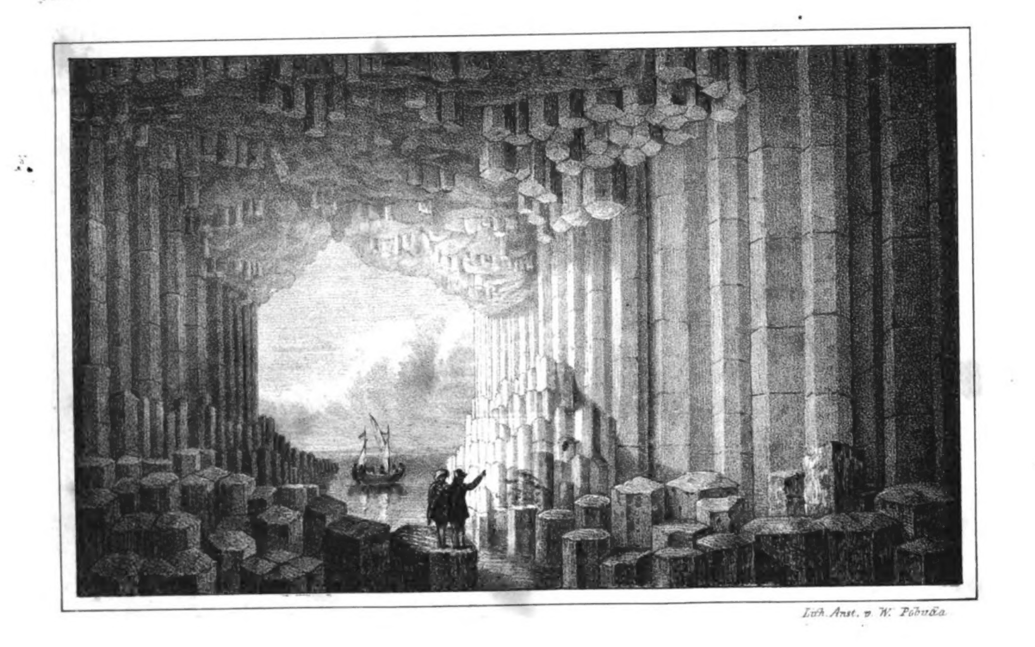
DIE SCHÖPFUNGSWUNDER DER UNTERWELT: INTERESSANTE SCHILDERUNGEN D. BERÜHMTESTEN...

Carl Friedrich Alexander Hartmann





Lith. Anst. v. W. Pobuda





Die

Schöpfungswunder

der

Unterwelt.

Interessante Schilderungen

der berühmtesten Höhlen, Quellen, Erdbeben, Vulkane, Bergwerke, Versteinerungen und anderer Merkwürdigkeiten

für Jung und Alt.

Von

Carl Hartmann.

Mit vielen Abbildungen.

Erster Band.



Stuttgart:

J. Scheible's Buchhandlung.

1841.

Vorwort.

Die Idee zu dem vorliegenden Werke ging von dem Herrn Verleger aus, der den Unterzeichneten mit deren Ausführung beauftragte. Er hatte dabei den sehr nützlichen Zweck im Auge, allen Gebildeten und besonders auch der reiferen Jugend eine belehrende und angenehme Unterhaltung über eine Reihe der wichtigsten Erscheinungen des Erdinnern, in so fern wir darunter Alles unter der Oberfläche Befindliche verstehen, in die Hände zu geben. Der Einfluß des Studiums naturhistorischer Gegenstände auf die wahre Bildung ist so groß, daß er fast von Nichts übertroffen wird, und es werden uns selbst die einseitigsten Philologen zugestehen müssen, daß Naturgeschichte und Naturlehre jetzt Hand in Hand mit den alten Sprachen bei der Ausbildung unserer Jünglinge gehen müssen, um diese zeitgemäß

zu machen. Was helfen uns aber die glänzenden Entdeckungen und Forschungen unserer ausgezeichnetsten Männer, eines A. v. Humboldt, eines Leop. v. Buch, eines Cuvier und vieler Anderer, wenn sie nur Eigenthum eigentlicher Wissenschaftsmänner bleiben, wenn sie nicht das Gemeingut aller Gebildeten werden. Und sie aufzunehmen, dazu gehören keine bedeutenden wissenschaftlichen Vorkenntnisse; es wird uns hoffentlich Jeder verstehen, der sich eine gewöhnliche Schulbildung zu eigen gemacht hat.

Die Quellen, welche bei Abfassung des Buches benutzt wurden, sind am Anfange jedes Abschnittes angegeben worden. — Möge das Werk seinen nützlichen Zweck in dem erwünschten Maße erfüllen, und möge es mir gelungen seyn, meine Aufgabe auf eine genügende Weise gelöst zu haben.

Braunschweig im April 1841.

C. Hartmann.

Erster Abschnitt.

Von den Höhlen und Grotten *).

Beim Hange des Menschen zum Räthselhaften, Geheimnißvollen und Wunderbaren kann es nicht befremden, daß mächtige Naturwerke, Erscheinungen, wie Höhlen es sind, keineswegs bloß Gegenstände für Staunen und Neugierde wurden. Befangen in der Unwissenheit früherer Jahrhunderte, den Ansichten älterer Zeiten gemäß, machten Grotten mystische Vorstellungen rege, abergläubische Einbildungen und abenteuerliche, träumerische Erwartungen. Ganz besonders mußten sie die Phantasie beschäftigen; daher die Sagen, die Unwahrheiten, bis ins hohe Alterthum hinaufreichend, welche leichtgläubige Laien von Generation zu Generation fortpflanzten. Keine Geschichte war für's Volk zu wild, zu grausenerregend, zu ungeheuer. Tief eingewurzelte Vorurtheile erfüllten mit Scheu und Furcht. Man gab sich Täuschungen jeder Art hin. In Grotten hatte die Fabel ihren Sitz; an sie knüpften sich zahllose mährchenhafte Erzählungen.

*) Bei diesem Abschnitte sind hauptsächlich benutzt: v. Leonhard's populäre Geologie, und H. v. Meyer's Palälogica.

Grotten galten als von Feen, von wunderthätigen Jungfrauen und von Nebelgeistern bewohnt. In Grotten sollten mächtige Gnomen und Dämonen hausen, furchtbare Wesen, verurtheilt, für immer vom Tageslichte ausgeschlossen zu seyn. Die Indier glauben, in den tiefsten, entlegensten Theilen dortländischer Höhlen hielten sich die Geister ihrer Vorfahren auf; aus heiliger Scheu wagen sie nicht, Orte zu betreten, welche weder Sonne noch Mond bescheint. Nach dunkeln und unbestimmten Vorstellungen der Bewohner Haiti's von der Schöpfung gingen ursprünglich Sonne und Mond aus Höhlen hervor, um der Welt Licht zu geben. Die Eingebornen jenes Eilandes sind im Wahne befangen, auch die ersten Männer wären den Erdtiefen entstiegen, dickere sollen aus geräumigen Grotten, magere aus engen Spalten gekommen seyn. Noch fehlte es an Frauen. Da gewahrte man eines Tages lebende Wesen zwischen Baumzweigen, welche sich später als Weiber auswiesen. Lange suchten die Männer vergebens jene Wesen zu fangen; denn sie waren glatt und schlüpfrig, wie Aale. — In Grotten wurden religiöse Mysterien getrieben, und verdächtige Zusammenkünfte aus dem Geisterreiche sollten da stattgefunden haben. Die alten Aegyptier bewahrten in Grotten ihre Mumien. Die Paulshöhle hielt man heilig, weil sie dem Apostel eine Zufluchtsstätte abgegeben hatte; die Johannesgrotte auf Patmos galt als Ort, wo die Offenbarung geschrieben worden. Die Beatenhöhle am Thuner-See trägt ihren Namen vom heiligen Beat, der unter Claudius, dem römischen Kaiser, als erster christlicher Missionair in der Schweiz auftrat. Hochbejahrt begab sich der Glaubensbote in jene Grotte, starb und wurde auch darin begraben. Seitdem war die Höhle ein Wallfahrtsort, und nachdem der Berner Kanton der Reformation beigetreten, holten 1528 zwei Regierungsabgeordnete den Schädel des heiligen Beat und begruben ihn zu Interlaken; indessen hörten die Wallfahrten nicht auf, bis später, 1566, die Grotte zugemauert wurde. In die Kapelle der wunderthätigen Jungfrau, eine Vorhalle der Höhle de la Balme im

Dauphiné, wandern an gewissen Festtagen fromme Pilger in Menge. — — Zauberer und Giftmischer trieben ihre nächtlichen Gauklerkünste, sprachen ihre Beschwörungen am Eingange von Grotten; Schatzgräber durchwühlten das Innere der Klüfte, um Erze und kostbare Steine zu finden. Gewisse Höhlen im Steyermark'schen Oberlande, auch in anderen Gegenden, wurden, und vor nicht langen Jahren noch, von Beingräbern besucht; sie sammelten fossiles Einhorn, Drachenknochen, aus denen Quacksalber ihre Universalmedicin bereiteten. Es gab eine Zeit, wo Unicornu fossilis, dem ganz besondere Heilkräfte zugeschrieben wurden, in keiner Apotheke fehlen durfte. — Bei Landleuten zumal hatte der Glauben an Uebernatürliches und Verdächtiges feste Wurzeln gefaßt. Darauf wiesen auch die aus der Volkssprache stammenden, nicht selten Unheil verkündenden Namen so vieler Grotten hin: Teufelskeller, Erdmännleinshöhle, Schelmen-, Drachen- und Höllenlöcher, Truden- (Zauberinnen-) Grotte, wilde Weiberhäuschen u. s. w.: Benennungen, welche den Grotten meist bis auf unsere Zeit verblieben sind. — — In Grotten verehrten heidnische Völker ihre Götter, andere dienten zu Katakomben, zu Leichengewölben. Ein Theil der Gräber ägyptischer Könige ist in solchen, von der Natur ausgeweiteten Räumen. Grotten gaben in Kriegen früherer Jahrhunderte Zufluchtsstätten ab; Familien, die Bewohner ganzer Orte, suchten darin Schutz. Verfolgte retteten sich in Höhlen und fanden hier Sicherheit. So öffnet sich, um nur eines Beispiels zu gedenken, beim indianischen Dorfe Cacauhamilpa, in nicht bedeutender Entfernung von der Stadt Mexiko, am schroffen Gehänge wilder Kalkfelsen, eine höchst merkwürdige Höhle. Vor zwei Jahren wurde dieselbe zum ersten Male von einigen Naturfreunden besucht; bis dahin blieben die Eingebornen im Besitze des Geheimnisses, welches ein Indier dadurch verrieth, daß er während der bürgerlichen Unruhen, 1832, einen Flüchtling lange Zeit in der Grotte verborgen hielt. Höhlen wurden nicht selten die Schlupfwinkel räuberischer Ban-

diten. Alte Tartarenfürsten ließen Verbrecher in Höhlen hinabwerfen. Ja, es gibt eine Grotte, die, nachdem sie wilden Thieren und Räubern zum Aufenthalte gedient haben mag, von Römern und Deutschen in Kriegen benutzt wurde. Dieß ist der Fall bei der, einst Biscabara genannten Höhle in Bannate. Während der Fehden Oesterreichs mit der Pforte wurde der unterirdische Raum zu mehreren Malen durch geringe Besatzungen gegen entschiedene Uebermacht tapfer vertheidigt. In geringer Entfernung von der Donau liegt die Grotte in überhängender Felswand, geschützt gegen Kanonenfeuer, und so, daß der Feind auch durch abgesprengte Steine nur wenig schaden kann. Nach einem österreichischen Generale aus dem siebenzehnten Jahrhundert trägt die Höhle jetzt den Namen der Veteranischen.

Dieses Alles vorausgesetzt, muß es auffallen und seltsam seyn, zu hören, wie dennoch, und in früher Zeit schon, Menschen arglos und sicher in frommer Einfalt ganz nahe bei Grotten sich ansiedelten. Nach und nach lernte man Wahrheit und Dichtung zu unterscheiden. Man gelangte zur Ueberzeugung, daß das Meiste von den ungereimten, ins Wunderbare ausgebildeten Erzählungen, von den fürchterlichen, grausenerregenden Geschichten auf Uebertreibungen, auf nicht begründeten Nachrichten beruhen müsse. Zögernden Schritts, nicht ohne Scheu, aber beherzt genug durch Neugier gemacht, bestanden immer mehrere das Wagniß, tiefer einzudringen in die unterirdischen Hallen, in stockfinstere Räume, welche zuvor von keinem menschlichen Fuß betreten worden. Allerdings gefielen sich nicht Wenige sehr darin, von Abenteuern und Gefahren zu berichten, von geheimnißvollen Ergebnissen, von Wunderdingen und Spukgeschichten, von schauerlichen Gestalten, von Phantomen und wilden Erscheinungen; indessen kehrten sie — dieß gab die Erfahrung — alle wohlbehalten, ohne das geringste üble Begegniß, aus den Grotten zurück. So wurde man nach und nach enttäuscht, der alte Glaube mehr und mehr erschüttert, das Wahre vom Falschen

gesichtet; lange blieben indessen, wie leicht zu denken, unsere Nachrichten über viele Höhlen höchst unvollständig und mangelhaft. In einer sehr berühmten, der Adelsberger, Grotte finden sich an den Wänden lesbare Inschriften aus frühen Jahrhunderten; die ältesten von 1213 und 1323. Valvasor, der 1689 alle Merkwürdigkeiten Krains in einem für seine Zeit sehr achtbaren Buche verzeichnete, gedenkt der Höhle als einer längst bekannten; treue und ausführliche Schilderungen aber erhielten wir weit später.

Nicht wenige Gegenden, auf dem Festlande und auf Inseln, stehen, ihrer merkwürdigen, sehenswerthen Grotten wegen, in großem Rufe. Aber zahllose Höhlen ohne allen Zusammenhang mit der Oberfläche liegen noch verborgen, unentdeckt im Innern der Gebirge. Erst in den letztverflossenen Jahren wurden in der schwäbischen Alp, im Baireuth'schen, in der Provinz Lüttich, in Brasilien und in anderen Landstrichen Höhlen aufgefunden. Man darf nicht glauben, daß Gesteine, welche solche Weitungen umschließen, immer in besonderer, auffallender Weise ausgezeichnet seyen; daß stets das Ansehen eines Gebirges schon auf vorhandene Grotten schließen lasse; daß die Felslagen in deren unmittelbarer Nähe sehr zerklüftet, zerrissen, in mannigfaltigen Richtungen verdrückt, gebogen und verschoben erscheinen; daß Einsenkungen des Erdreiches oder andere Merkmale die Gegenwart von Höhlen gleichsam im voraus verkündigen: gar oft ließ nichts die wunderbaren Phänomene der Tiefen ahnen; die Auffindung von Höhlen war sehr oft bloßes Werk des Zufalls. Beim Graben von Brunnen, von Kellern, von Fundamenten zu Gebäuden, bei Chauseeanlagen, wurden Grotten entdeckt; man traf auf Klüfte, die mit jenen unterirdischen Räumen zusammenhängen, oder es sanken ganze mächtige Felsstücke, Deckentheile der Höhlen, plötzlich in die Tiefe. Ebenso wurden in Steinbrüchen beim Lossprengen größerer Massen bis dahin verborgene Grotteneingänge entdeckt. Hin und wieder gab auch der Bergbau Gelegenheit zur Auffindung von Höhlen. So trafen vor

wenigen Jahren erst die Arbeiter in einem der Cornwall'schen Werke ganz unerwartet auf eine Oeffnung, die anfangs für das Ueberbleibsel alter Gruben galt. Indessen zeigte sich der Boden des aufgeschlossenen Raumes dem sandigen Meeresufer vollkommen ähnlich, jenem, welches die Fluthen täglich überspühlen. Von Ausgängen nach der bei vierhundert Fuß entlegenen Küste hin war indessen keine Spur zu sehen, und bei weiterem Vordringen gelangte man in eine Grotte von mehr als zweihundert Fuß Länge und verhältnißmäßiger Breite und Höhe.

Den Oeffnungen, womit Grotten am Tage münden — in Thälern und Schluchten, an Berggehängen, auch an steilen, zuweilen vollkommen senkrechten Felswänden — verleiht ihre mehr oder weniger ausgezeichnete Umgebung bald höhere, bald geringere Reize. Die Eingänge vieler deutschen Höhlen erscheinen beschattet von Eichen, von finstern Lerchenbäumen; vor dem Gewölbe der berühmten Grotte von Gnacharo im Caripethale — deren Namen bis zu Alex. v. Humboldt's Mittheilungen in Europa unbekannt geblieben — sah der große Reisende sich seltsam überrascht durch den ganz eigenthümlichen Charakter, welchen die majestätische Vegetation der Tropenländer jener Felsenpforte verleiht. — Theils sind die Eingänge von Höhlen groß, weit, geräumig, bequem, wie durch Kunst geschaffen; ihr Anblick hat selbst für den mit den malerischen Bildern der Hochalpen Vertrauten etwas Erhabenes; theils stellen sie sich nur als enge Spalten dar. Einige Höhlenöffnungen gleichen hohen, majestätischen Thoren, andere sind Gewölben ähnlich; auch gibt es Grotten mit nach oben durchbrochener Felsendecke, in welche man durch einen röhrenförmigen Schlund an Stricken hinuntergelassen wird. Oft ist der Eingang von nahen Felsen verdeckt, nicht eher wahrzunehmen, bis man unmittelbar davor steht. Pforten von Höhlen, welche in Zeiten bürgerlicher Unruhen und Kriege Zufluchtsstätten gewesen, zeigen mitunter noch Reste künstlicher Mauern, durch die sie verwahrt und geschützt werden. Manche

Oeffnungen, von angeschwemmtem Gerölle, von Lehm oder anderem lockerem Material geschlossen, mußten erbrochen werden. Einige Höhlen liegen so hoch und steil, daß ihre Eingänge nur schwer und mühsam zu erklimmen sind, ja daß sie selbst nicht ohne alle Gefahr erreicht werden können. In Schottland finden sich mehrere Grotten an nicht sehr hoher, aber steil abfallender Küste. Nur zur Ebbezeit können sie trockenen Fußes erreicht werden; leicht gelangt man jedoch auf dem Meere dahin. Dieß ist unter anderem der Fall bei der Spar Cave, d. h. Spathhöhle, auf dem Eilande Skye. Einem Vorhofe gleich, treten gewaltige Felsmassen ins Meer hinaus und erheben sich senkrecht über hundert Fuß. In diesen Kanal dringt das Fluthwasser ein. Der Anblick ist überaus mild, aber unbeschreiblich schön. Das prachtvolle Gewölbe, in Gestalt eines gothischen Bogens, wird durch Tausende von Tropfsteinsäulen getragen.

Der Bau von Grotten, ihre Gestaltung, hängt, wie man aus einzelnen anzuführenden Beispielen genauer ersehen wird, zum großen Theile von der Natur der Gesteine ab, welche die unterirdischen Weitungen umschließen; in nicht seltenen Fällen aber änderte sich später jene Form, auch bei Höhlen in den nämlichen Felsarten vorkommend, in Folge äußerlicher Einwirkungen mannigfaltiger Art. — Am häufigsten scheinen die, durch mehr oder weniger Gänge mit einander verbundenen, größeren und kleineren Räume; andere Grotten haben die Gestalt von Spalten; noch andere, seltener vorkommend, sind wie Kanäle geformt, und manche Höhlen durchdringen Stollen gleich einen Berg. Die Doppelhöhle bei Thuin, im Kapellagebirge Kroatiens, welche in zwei große Räume geschieden erscheint, hat von außen mehrere Oeffnungen; der hohe und breite Hauptgang führt von einem Dorfe zum andern. Die Nähe der Türken, so wie Haufen umherziehenden Gesindels aus dem nachbarlichen Bosnien, machten die Gegend in frühen Zeiten zum Schauplatz blutiger Kriege, vielfacher Gräuel und Verwüstungen. Die Be-

wohner verbrachten ihre Tage in steter Furcht und Besorgniß. Sehr natürlich suchten sie eine Freistätte, wo Leben und Habe gesichert waren; und diese gewährte ihnen ihre Doppelhöhle. Man findet noch unverkennbare Spuren, daß die Grotte einst im Innern wohnlich eingerichtet gewesen, und vor den Oeffnungen zeigen sich Reste mächtiger, mit Schießlöchern versehener Mauern. — Im Gegensatze gewisser Höhlen, deren Bildung sehr einförmig und regelrecht ist, wo die verschiedenen Abtheilungen ungefähr alle gleiche Richtung haben, zeigen gar manche einen wahrhaft verwickelten Bau, wundersame Räumlichkeiten von vielartiger Gestalt und in sonderbarer Verbindung. Im Labyrinth des türkischen Eilandes Candia durchkreuzen zahllose, sehr gewundene Gänge einander nach allen Richtungen; sie führen im Kreise umher, so daß jene Grotte, ihres chaotischen Gewirres halber, den Namen mit demselben Rechte trägt, wie das berühmte Kunstwerk der Alten auf der Insel Creta, von dem erzählt wird, es sey von Dädalus nach verjüngtem Maßstabe des ägyptischen Labyrinthes erbaut worden, um den Minotaurus darin gefangen zu halten.

Bald liegen die seltsam geformten Gemächer und Abtheilungen von Grotten, die „Kammern", „Stuben", „Säle", an Ausdehnung und Höhe eine die andere sehr übertreffend, alle ziemlich in demselben Niveau, bald bestehen Höhlen aus mehreren Stockwerken; die sie Besuchenden müssen auf- und abwärts steigen. Zu den Mährchen gehört die Erzählung von Gänsen, welche man in bodenlose Stellen gewisser englischer Höhlen hinabgeworfen, und die in andern, stundenweit entlegenen Grotten, nackt, gerupft, von allen Federn entblößt, wieder zum Vorschein gekommen. Durch Gänge so niedrig, daß man nur sehr gebückt sich bewegen kann, durch Klüfte, die hier enger, dort weiter werden, aus kellerartigen Räumen, gelangt man in Staunen erregende, majestätische Hallen, in prachtvolle, kühne Felsengewölbe, deren Wände nach oben schön und regelmäßig Tempeln gleich sich zusammenschließen, und so hoch sind, daß das

Auge kaum die obere Wölbung zu erreichen vermag. Um eine Vorstellung von der Größe mancher Grotten zu geben, damit man sieht, wie tief diese ins Berginnere hineingehen, erinnern wir daran, daß Nointel, französischer Botschafter zu Konstantinopel, vor beinahe hundert und achtzig Jahren, von fünfhundert Personen begleitet, die berühmte Grotte auf Antiparos im griechischen Inselmeere besuchte. Er verbrachte die Weihnachtstage in den von der Natur geschaffenen Hallen, durch hundert Wachskerzen und vierhundert Lampen fortdauernd beleuchtet. Er ließ hier mit höchster Feierlichkeit die Messe lesen, und im Augenblicke, als das Allerheiligste emporgehoben wurde, brannte man am Eingange des gewaltigen unterirdischen Baues die aufgeführten Böller ab, und kriegerische Musik erschallte im Innern. — Das Quirilathal im Kaukasus ist reich an Höhlen. Die größten dienten für die Landesbewohner in Kriegen alter Zeit als Zufluchtsorte, selbst als Wohnungen. Jetzt sind die Grotten verlassen; nur ein in einer Höhle erbautes Dorf, das von Gouemi, blieb. Wie der Geolog du Bois — welcher vor wenigen Jahren den Kaukasus bereiste — erzählt, so ist die schöne Kirche jenes unterirdischen Dorfes ganz in einer der Höhlen erbaut. Man findet noch eine Kapelle, Gräber und eine starke, von der Decke in Cascaden herabstürzende Quelle. — Um die große Höhle in Kentucky einigermaßen genau zu sehen, sind mindestens neunzehn Stunden erforderlich. Die Grotte hat nicht wenige vereinzelte Räume, und zum Theil sind diese von ungeheurer Ausdehnung. Einer derselben, anderthalb Stunden von der Pforte, mißt über acht Morgen und wird als „Hauptstadt" bezeichnet. Kein Pfeiler stützt das feste Gewölbe, das bei hundert Fuß Höhe hat. Nach fünf Seiten öffnen sich breite Gänge, mitunter von Stundenlänge. Sie führen zu drei andern „Städten", wovon eine durch die gewaltige Höhe von zweihundert Fuß ausgezeichnet ist. Die „dritte Stadt" liegt zwei und eine halbe Stunde vom Eingang. Ueber mehrere Abtheilungen der „gro-

ßen Höhle“ hat der Green-River, ein schiffbarer Strom, seinen Lauf.

Wir müssen hier auch der Felsenthore und Bogen gedenken und der natürlichen Brücken. Was erstere betrifft, so gehören die berühmtesten Erscheinungen der Art dem Quadersandstein der sächsischen Schweiz an. Brücken, von der Natur aus Sandstein und Kalkstein erbaut, werden im französischen Ardeche-Departement, in Schottland, auf Jamaika, in Virginien und in den Thälern der Cordilleren getroffen. Von einer senkrechten Felswand über sehr enge, offene, spaltenähnliche Thäler, über tief eingeschnittene Schluchten hinaus, führen Gesteinlagen und Bogen, deren manche bei ihrer großen Höhe, ungeachtet der Stärke und des Mangels an Ebenmaß, in der Zierlichkeit jonischen Styles erscheinen. Unter diesen natürlichen Brücken, deren Länge zuweilen vierzig Fuß und mehr beträgt, haben in Tiefen von zweihundert Fuß schnell strömende Wasser sich ihren Lauf gebahnt. Einige der Brücken sind bei achtzig Fuß breit, und stark genug, daß unbedenklich Fahrstraßen darüber geleitet wurden. Auf der Felsenbrücke in Virginien stehend, kann man stellenweise dem Rande derselben nahen und in den Abgrund hinunterblicken; eine Brustwehr von festem Gestein sichert gegen jede Gefahr. — Unter den malerisch-schönen Scenen, woran die Küste Schottlands so reich, gebührt dem „Stack of Hempriggs“, einer natürlichen Brücke von furchtbarer Höhe, besondere Beachtung.

Was kaum glaubhaft — ein grausenerregendes Schauspiel — ist die Vermessenheit der Eingebornen shetländischer Inseln, die solche, nach allen Seiten vollkommen senkrechte Felswände zu erklimmen wagen. Auf Höhen der Art lassen zahllose Seevögel sich nieder, um zu nisten; sie glauben da sichere Freistätten zu finden. Aber die Vogelsteller der Eilande übertreffen die Norwegischen an Kühnheit. Ist der Fels erstiegen, so schlägt man Pfähle in den Boden. Durch starke Stricke bis zur nächsten Küste reichend, wird die Verbindung hergestellt, und auf Vorrichtungen von Holz, auf sogenannten Wie-

gen, können nun Jäger auf- und abwärts gezogen werden. Ein furchtloser Vogelsteller, der augenscheinlichsten Gefahr trotzend, wagte den Versuch, die unzugängliche Wand hinabzusteigen; aber er stürzte zerschmettert in die Tiefe. — Durch Alex. v. Humboldt lernten wir die großartigen Icononzobrücken kennen. Das Icononzothal oder das Thal von Pandi — es trägt jenen Namen nach einem alten Dorfe der Muiscaindianer, das nun bis auf wenige ärmliche Hütten verschwunden ist — erscheint nicht sowohl denkwürdig um der Ausdehnung willen, als vielmehr wegen seinen ungewöhnlichen Felsgestalten, Formen, die ganz das Ansehen haben, als wären sie Werke von Menschenhand gearbeitet. Die kahlen Gipfel der Höhen stehen in seltsamem Gegensatze zum Pflanzenwachsthum des Grundes. Der Gießbach, welcher einen Weg durchs Thal fand, eingeschlossen in engem, fast unzugänglichem Bette, würde nur mit großen Schwierigkeiten zu überschreiten seyn, hätte die Natur hier nicht zwei Felsbrücken gebildet. Die Schlucht, durch welche der Gießbach sich hindurchdrängt, nimmt die Mitte des Icononzothales ein; sie zieht nahe bei der Brücke, auf mehr als 12,000 Fuß weit, genau in derselben Richtung. Der obere Brückenbogen, ungefähr 294 Fuß über dem Niveau des Baches, mißt bei 44 Fuß Länge auf 36 Fuß Breite; in seiner Mitte beträgt die Dicke ungefähr 7 Fuß. Etwa 60 Fuß unter dieser obern Brücke befindet sich eine zweite; drei ungeheure Felsmassen sind in solcher Weise gestürzt, daß sie sich gegenseitig tragen.

Viele Grotten wurden ohne Zweifel später durch Zerspaltungen, Verschiebungen und Senkungen der sie umschließenden Gesteine erweitert, oder in anderer Weise umgestaltet; auch das Wasser blieb in nicht seltenen Fällen keineswegs ohne Einfluß; Lagen von Felsarten, die gleichsam nur Zusammenhäufungen lose verbundener Körner sind, konnten durch Fluthen theilweise oder ganz weggespühlt werden. Ferner zeigen sich gar manche der unterirdischen Räume durch Kunst verändert, und mitunter in auffallender Weise. Besonders merkwürdig blei-

ben die Thatsachen, welche gewisse ostindische Eilande wahrnehmen lassen, namentlich Elephante und Salsette. Die Grotten, vor Zeiten Wohnungen einer Priesterkaste, sieht man nicht nur erweitert, sondern geschmückt mit für frühe Jahrhunderte erstaunenswürdigen Denkmalen menschlicher Kunst. Sorgfältig ausgearbeitete Säulen tragen das Gewölbe; die Wände erscheinen geziert durch in Fels gehauene menschliche Figuren, Brustbilder, zum Theil von Riesengröße, Pagoden, Mißgestalten, Thierformen und dergleichen. Einige dieser Bildwerke blieben wohlerhalten, andere wurden gewaltthätig verstümmelt.

Wie entstanden Höhlen? Wie erklärt man sich den Ursprung dieser Weitungen von so großem Umfange inmitten härtester Gesteine? Wohin kamen die Massen, welche ehemals jene Räume füllten? Was ist aus ihnen geworden? — Nichts schien vielen naturgemäßer, als die Annahme, daß es Wasser gewesen, welches die Grotten ausgeweitet; daß sie Folgen seyen lang dauernden Einwirkens von Wasser, das viele Kohlensäure enthielt. — Haben wir uns die Wasser heftig bewegt, strömend, aus gewisser Höhe herabstürzend zu denken? Oder ist an Ausweitung der Räume durch allmähliges Auflösen zu glauben? — Da die meisten Grotten im Kalkgebirge vorkommen, da die auflösende Kraft des Wassers bekannt war, so beruhigte man sich bei einer, im Ganzen wenig genügenden Erklärungsweise. — Das Innere der Höhlen mit den scharfkantigen Gesteinmassen, mit herausstehenden Felsgesimsen, mit starken Vorsprüngen der Seiten. Wände mit übereinander gethürmten, drohend hereinhängenden Schichtentheilen zeigt jedoch gar oft nichts, was an Auswaschung erinnern könnte; das Abgerundete der Formen entstand später, in Folge von Ueberzügen durch Kalktuff. Nur in manchen Grotten, so unter anderen in gewissen, von Bergen des Jura umschlossenen zeigen sich die Wände glatt, wellenförmig; oder sie tragen in tiefen Furchen mit parallelen Rändern die Spuren nagender Wasserwirkungen, welche von langer Dauer gewesen seyn müssen: jener Wasser, denen

unterirdische Weitungen als Rinnbette dienten; selbst das Niveau des Flüssigen in verschiedenen Zeiten ist mitunter wohl zu erkennen. — Angenommen jedoch, die Grotten wären nur durch Auswaschungen entstanden, so fragt man mit Recht: woher kamen die Wasser, und in solcher Menge, um ansehnliche, nicht selten ungeheure Gesteinmassen aufzulösen? Das meiste höhlendurchziehende Wasser ist — dieß lehrt der Augenschein — schon mehr oder weniger mit Kalk beladen, den es absetzt. Geben wir einen gewissen Antheil zu, welchen Wasser, begünstigt durch die Natur von Kalksteinen oder unter Vermittelung örtlicher Verhältnisse am Erweitern, ja an der Bildung mancher Grotten genommen: daß es alle diese Räume ausgehöhlt, ist nicht glaubhaft; dem Wasser stand nie eine Gestein zerspaltende Macht zu. — Und wohin nahm das mit so gewaltigem Kalkgehalt, der früher die Weitungen erfüllt haben soll, beladene Wasser seinen Lauf? Bei vielen Grotten vermißt man die Ausgänge, durch welche der kalkige Schlamm hinweggeführt worden seyn könnte. Hat sich das Wasser versenkt? Und wohin? Wurde das von ihm aufgelöst Enthaltene niedergelegt? Aber wo? — Gar manche Höhlen waren, als sie entdeckt wurden — die nach oben sich aufthuende Spalten abgerechnet — ohne Eingang, ohne Oeffnung. Man spricht von Gesteinmassen, die entfernt worden seyn sollen, ohne über deren Natur und Beschaffenheit sichern Aufschluß geben zu können. Die Gegenwart des Steinsalzes ist nur für die wenigsten Fälle anzunehmen. Warum bilden die Wasser heutigen Tages keine Höhlen? Was setzte ihrem Wirken Schranken in den, angeblich von denselben ausgeweiteten Räumen? — Bekanntlich ist Jurakalk eine von den Felsarten, welche sehr gewöhnlich Höhlen umschließt; dieses Gestein mußte folglich, wären die Grotten durch Wasserwirkung entstanden, ganz besonders leicht davon angegriffen werden. Allein am Abhange des Juragebirges trifft man Denkmale und Säulen, vor länger als anderthalb Jahrtausenden aus Jurakalk errichtet, deren Oberfläche kaum merkbar durch Verwitterung gelitten

hat. Viele Berge der schwäbischen Alp, auf ihren erhabensten Felsenspitzen Trümmer alter Burgen tragend, beweisen ebenfalls, wie wenig das Gestein vom Wasser leidet. Man kennt Flüsse, deren Wogen sich an kalkigen Felsen brechen, und gewaltige Cascaden, die aus bedeutenden Höhen herabstürzen; beide Erscheinungen dauern ohne Zweifel schon sehr lange Zeit, aber bei weitem nur in den wenigsten Fällen entstanden Grotten in Folge derselben. Auch zeigen sich die auf solche Weise ausgewaschenen, ausgespühlten Weitungen in der Regel gar verschieden von der gewöhnlichen Höhlenform. Sie sind erkennbar an ihren länglichrunden Gestalten, deren größte Ausdehnung die Richtung des Wasserlaufes entspricht. Es kommen dabei übrigens keineswegs die Wirkungen des Wassers allein in Anschlag; es ist nicht die auflösende Kraft, welche als einzige Ursache gelten kann; das vom Wasser mehr oder weniger gewaltsam bewegte und fortgewälzte Material, Felsbrocken, Geschiebe, Eismassen, dürfen nicht unbeachtet bleiben. Sie müssen ferner Phänomene, wie die, von welchen ich rede, nicht Ereignissen gleichstellen, die unter andern gewissen Gegenden des nördlichen Amerika's besonders eigenthümlich sind, und worüber uns erst neuerdings durch dortländische Naturforscher interessante Berichte zukamen. Es sind dieß Einsenkungen des Bodens, herrührend, so viel man vermuthet, von gewaltsamen Ausbrüchen großer Wassermassen, welche ihren unterirdischen Lauf durch poröse Gesteine von geringem Zusammenhalt nehmen, und deren Kanal für einige Zeit geschlossen war. Tags zuvor, ehe die letzte bedeutende Einsenkung der Art entstand, vernahmen näher Wohnende heftiges Tosen, dem von Donnerschlägen begleitenden Windesbrausen vergleichbar; dabei bebte die Erde. Plötzlich war die Oberfläche überfluthet durch Wasserströme, welche aus einem benachbarten Thale herabstürzten und nicht nur niedere Stellen einnahmen, sondern auch höher emporstiegen. Man glaubte, die Quellen der Tiefe seyen losgebrochen und droheten mit allgemeiner Ueberschwemmung. Mehrere Tage hindurch hielten die Er-

gießungen an. Auf einige Stunden Weite entstand, den Windungen des Thales folgend, ein reißender Strom, der sich über nahe Wiesen ergoß, wo eine Vertiefung das Wasser aufnahm. Nach und nach unterließen die Quellen überzuströmen; endlich traten sie unter das gewöhnliche Bodenniveau, indem ein geräumiges Wasserbecken zurückblieb, welches, obwohl beinahe stets angefüllt, dennoch seitdem nicht mehr überfloß. Noch immer ist das Rinnbett des Stromes sichtbar und ungefähr 6 Fuß tief; zu beiden Seiten zeigen zerrissene Ufer mannigfaltige Bodenschichten, und hin und wieder liegen Haufwerke von Kalkstein und andere Rollstücke.

Wer die Grotten verschiedener Gebirge besucht, deren Gesammtverhältnisse aufmerksam, mit ruhigem, prüfendem Blicke beobachtet und gründlich verglichen hat, muß nothwendig zur Ueberzeugung gelangen, daß ihr Entstehen in mehr als einer Ursache zu suchen sey. Bei weitem die meisten Höhlen scheinen Spalten in Bergen, hervorgebracht durch Umwälzungen, welche die Erdrinde erlitten, durch Erschütterungen, durch plutonische Emporhebungen, verbunden mit dem Entwickeln unterirdischer Dämpfe und Gasarten. Es hatten bei jenen Emporhebungen Spaltungen, Stemmungen und Brüche der Gesteinlagen Statt, Verschiebungen, Senkungen und Verstürzungen auseinander gerissener Schichten; die getrennten Theile fügten sich auf vielfachste Weise wieder zusammen. — Merkmale solcher gewaltsamen Ereignisse gehören in vielen Grotten zu den nicht ungewöhnlichen Phänomenen; sie müssen als aufklärende Thatsachen für Höhlenbildung gelten; sie sind es, welche vorzugsweise die wilde Pracht, das schauerliche Ansehen, die finstere, scheinbar bis zur Erdmitte reichenden Abgründe unterirdischer Felsengemächer bedingen halfen. In vielen Höhlen wurden allerdings durch endlose Stalaktitenmengen, wovon wir sogleich hören werden, gar manche jener Verhältnisse dem Auge des Beobachters entzogen.

Mit unbefangenem Auge die wundersamen Naturwerke betrachtend, scheint es kaum glaubhaft, daß die bogenförmigen Decken, die Wölbungen, das Zerrissene und

zerklüftete, nicht Folgen höchst denkwürdiger Biegungen, Erschütterungen und Erhebungen seyn sollten, welche Felsgebilde erfuhren. Ganze Lagen haben sich herunter gezogen; gewaltige Bruchstücke sind in weite Spalten hineingefallen; übereinander gethürmt liegen Felsmassen am Boden, andere hängen von der Decke herab, gleichsam schwebend, jeden Augenblick den Einsturz drohend; Alles erinnert an gewaltige Convulsionen der Natur. Ein sprechendes Bild solcher Verhältnisse gewährt die in Fig. 1 dargestellte Dunold mill-hole beim Dorfe Kellet in Lancashire. Der Bach, welcher die schöne und geräumige Grotte durchfließt, bildet mehrere Wasserfälle; aus der Decke bricht eine Quelle hervor; die Wände sind mit Moos und kalkigen Ueberrindungen bekleidet. Die in Fig. 2 abgebildete Jupitersgrotte auf dem Eilande Naxos ist nach Beobachtungen des französischen Geologen Virlet in Folge von Biegungen und Brüchen entstanden, welche die den Raum umschließenden Gesteinlagen erlitten. Naxos besteht zumal aus Granit, Gneis, Glimmerschiefer und aus körnigem Kalk. Die Höhle — leichter zugänglich und, wie gesagt wird, größer als jene auf Antiparos — findet sich in körnigem Kalk, etwa 900 Fuß unter dem Gipfel des Jupiterberges, dem erhabensten auf dem Eilande.

Großen Antheil mögen auch Dämpfe und Gase, vermittelst ihrer elastischen Macht, bei Bildung mancher Grotten genommen haben. Während des Entstehens gewisser Gesteine, oder ehe dieselben ganz erhärteten, konnten blasenartige Aufblähungen stattfinden, wodurch die Kuppelformen gewisser Grottendecken erklärt würden. Damit stimmt auch die zerstreute Lage dieser und jener Höhlen überein und die große Erweiterung einzelner, durch enge Röhren verbundener Räume.

Nicht überall zeigt das Innere von Grotten den regellosen, wirren Zustand, wie der geschilderte. Mitunter ist die Schichtung an begränzenden Felsgebilden, an Höhlenwänden noch deutlich. Zu beiden Seiten entsprechen die Lagen einander in ihren Richtungen; das Verhältniß scheint ziemlich ungestört geblieben zu seyn. So

dürften bei weitem die meisten, vielleicht sämmtliche Höhlen in Franche-Comté keineswegs als unmittelbare Folgen besonders gewaltthätiger Ereignisse, wie Zerreißungen und Brüche der Felslagen, gelten. Man kennt deren, welche, obwohl sehr geräumig und beträchtlich hoch, jede Spur von Schichtenstörung der sie umschließenden Gesteine vermissen lassen. Für den ersten Augenblick stellen sich Grotten der Art als Beweise gegen das Entstehen unterirdischer Räume durch Emporhebungen dar; bedenkt man jedoch, wie viele Weitungen solche Katastrophen hinterlassen mußten, so ist leicht einzusehen, daß nicht wenige derselben durch Einsenkungen und Verstürzungen höher gelagerter Felsarten später wieder ganz oder theilweise erfüllt wurden. Hatte die Ausfüllung nicht vollkommen statt, so blieben Grotten zurück, gleich jenen in Franche-Comté. Sehr gewöhnlich zeigen sie, wie wir hörten, keine Spuren von Schichtenstörungen; wohl aber sieht man, daß die Lagen sich plattenweise ablösten, in der nämlichen Weise, wie solches an Stollen, durch Bergmannshände getrieben, statthat. Bei dieser Bildungsart von Grotten konnten auch Wirkungen unterirdischer Wasser eintreten, und leichter auflösbare Ablagerungen, zum Beispiel thonige, nach und nach weggespühlt werden. In gewissen Gegenden, so unter andern bei Hasel, einem Dörfchen am Fuße des Schwarzwaldes, ereigneten sich in älteren und späteren Zeiten Einstürzungen, welche oft bis zur Gebirgsoberfläche, bis zum Tage, reichten. Selbst inmitten des Ortes unter den Gebäuden traten die Phänomene ein. Vor beinahe 70 Jahren vernahm man in einem Bauernhause heftiges unterirdisches Tosen, von Erschütterungen des Bodens begleitet. Unmittelbar darauf sanken Stubenofen, Feuermauer, Herd, sowie der größte Theil der Küche, in die Tiefe und verschwanden spurlos. Gewarnt durch das Tosen, aufgeschreckt durch die Erschütterung, retteten sich die Bewohner; selbst ein Greis, welcher bis zum Augenblicke, wo der Sturz erfolgte, mit einem Kinde im Arme am Ofen saß, entging glücklich der Gefahr. Im Jahre 1800 wurde durch ein ähnliches Ereigniß in der Nähe des Pfarr-

hauses eine geräumige Grotte gebildet, die noch vorhanden ist.

Was das Entstehen der „natürlichen" Brücken, der durchbrochenen Felsmassen betrifft, so ist es bald augenfällig, daß obere festere Gesteinlagen der zerreißenden Gewalt mehr widerstanden, als untere; bald hat es ganz das Aussehen, als wären die tieferen Schichten durch zerstörendes Einwirken von Fluthen weggeführt worden. Von der uns bekannten Icononzoschlucht sieht Humboldt als sehr wahrscheinlich an, daß sie Folge eines Erdbebens sey. Die Berge bestehen aus Sandstein, zum Theil sehr dicht und quarzreich, theils aber höchst feinkörnig, schieferig und in zahllose, höchst dünne Lagen getheilt. Jene Felsart nimmt die Höhen ein, diese tritt in der Tiefe auf, und so ist glaubhaft, daß die dichtere quarzreiche Bank der Macht Widerstand leistete, von welcher die Berge zerrissen wurden, daß es der nicht unterbrochene Zusammenhang jener Bank sey, aus der die Brücke besteht.

Vielgestaltige Tropfsteinbildwerke, Säulen, Zapfen und Zacken von verschiedenster Größe, womit Grotten ausgekleidet sind, verleihen denselben einen Schmuck ganz eigenthümlicher Art. Durch ihre mitunter außerordentlichen Formen, nicht selten von wahrhaft abgemessener Vollkommenheit, gewähren sie den schönsten und zugleich den seltsamsten Anblick. Man glaubt Tempel mit prächtigen Bogen zu sehen, auf mächtigen Säulen ruhend; Alles so regelrecht, als wäre es das Werk verständiger Baumeister. Gewaltige Pilaster stützen und tragen die unermeßliche Decke vieler Grotten; luftige Pfeiler und Röhren, und zarte, Nadeln ähnliche Gebilde erheben sich vom Boden aufwärts. Andere Stalaktiten hängen, gleichsam schwebend, vom Gewölbe nieder. An den Wänden setzt das verdunstende Wasser Tropfsteinrinden ab, die nach und nach sich dem Fels sehr fest verbinden. Größere Grotten erscheinen durch Scheidewände, aus Stalaktiten gebildet, in mehrere Räume getheilt. Die in jüngster Zeit erst aufgefundene Höhle „Sappa nuova" in Brasilien, deren Länge über 1400

Fuß beträgt, ist durch Stalaktiten in zwölf Abtheilungen geschieden. — Mit dem Zunehmen solcher Bildungen schließen sich, aber meist in sehr langem Zeitverlaufe, selbst die Eingänge zu tiefern Weitungen. Man kennt eine Thatsache, deren Erwähnung hier am rechten Orte ist. Im Jahre 1705 besuchten italische Naturforscher die Höhle im Apenninengebirge, bekannt unter dem Namen der „heulenden Grotte." Nahe am Eingange bemerkten sie auf dem Boden kleine Stalaktitenbildungen und sprachen die Besorgniß aus, daß bei Fortdauer des Prozesses die Oeffnung einst ganz geschlossen werden dürfte. 78 Jahre später kamen andere Geologen in die Grotte, und aus ihren Berichten weiß man, daß die Tropfsteine, weit entfernt, den Eingang zu hindern, sehr niedrig geblieben waren, obwohl das sie absetzende Wasser fortdauernd niederträufelte.

In neu aufgeschlossenen Grotten zumal gewähren Stalaktiten oft die bezauberndsten Scenen. Sie sind nicht selten klar, durchsichtig wie Eiszapfen, glänzend weiß und rein wie Schnee; das Auge wird beim Fackelnscheine davon geblendet. In der Höhle auf Antiparos trägt eine durch Pracht ihrer Stalaktitenbildungen besonders ausgezeichnete Stelle den Namen der „Glorie"; sie erglänzt, wie im Sonnenlichte, sie ruft feenhafte Wirkungen hervor; die Grotte erscheint, als wäre dieselbe mit tausenden von Kerzen und flimmernden Lichtern, Sternen gleich, erhellt. — Um den Tropfsteinen ihre Reinheit zu erhalten, ist in Grotten nicht selten der Gebrauch von Fackeln untersagt, deren Rauch sie nach und nach schwarz färbt. Fackeln rufen allerdings in jenen dunkeln Räumen, in jenen „Gnomen-Sälen", die großartigsten Wirkungen hervor; aber es werden Fackeln oft den Augen lästig, auch machen sie das Athmen beschwerlich. In Grotten, welche nur einen einzigen Kanal bilden, die unverändert nach der nämlichen Himmelsgegend sich ausdehnen, dringt das Tageslicht mitunter weit vor. Humboldt legte in der Guacharohöhle über zweihundert Schritte zurück, ehe das Anzünden der Fackeln erforderlich war. Unter

den vielen Grotten mit Tropfsteinbildungen hat wohl keine so prachtvolle Säulen von dieser Substanz aufzuweisen, als die, welche den Montserrat umschließt (Fig. 5). Nicht weit von dem auf Steinsalzmassen erbaueten Flecken Cordona in der spanischen Provinz Catalonien (wir kommen in einem andern Abschnitte unseres Werks auf diese berühmte Steinsalzniederlage zurück) erhebt sich jener Berg. Er wird besonders auffallend durch sein Emporsteigen aus einer Ebene, und durch wundersame Felsgestalten, durch gezackte, spitzige Gipfel, nach welchen er den Namen trägt; denn Montserrat bedeutet „ausgezackten Berg."

Beim Vielfachen der oft wahrhaft abenteuerlichen Gestalten kann es nicht befremden, wenn Stalaktiten vom Volke mit einer Art unwissender Bewunderung angesehen werden, wenn sie eigenen Reiz für die Neugier haben, wenn sie Täuschungen erwecken, wenn man sich darein gefällt, mehr und weniger treffende Aehnlichkeiten aus den mannigfaltigen Formen herauszufinden und den Tropfsteingebilden Namen zu verleihen; denn bei manchen dieser seltsamen von der in ihren Formen unerschöpflichen Natur erzeugten Bildwerke verliert sich die Täuschung nur nach längerem Beschauen. — — Nichts gleicht dem Ernst, dem Eifer, ja der Begeisterung vieler Höhlenführer und Grottenaufseher, womit sie in feierlichem Tone Thürme, Throne, Pyramiden, Portale, Kanzeln, Orgeln, Glocken, Särge, Statuen, Vasen, Blumen- und Fruchtgewinde, Cypressen und Palmbäume, erstarrte Wasserfälle und Springbrunnen, so wie von der Decke herabhängende Sterne zeigen; ferner Menschen- und Thiergruppen, eine Mutter von ihren beiden Kindern, die heilige Jungfrau, kniende Mönche und Nonnen, Brustbilder, Mumien, Löwen- und Tigerköpfe, Böcke, Schildkröten, Schlangen, Adler, Nachteulen, Drachen und andere Ungeheuer und gespenstische Gestalten von höchst fremdartigem Aussehen. Sie unterbrechen ihre Reden, ihre Demonstrationen nur, und oft nicht ohne bedeutsame Zeichen des Schweigens, um Ehrfurcht einzuflößen und zur Bewunderung auf-

zufordern. Für die meisten unter ihnen haben, so darf man glauben, jene Gegenstände keineswegs den Reiz verloren, obwohl sie dieselben vielleicht mehrere tausend Male sahen.

Stalaktiten zeigen sich in mehr als einer Rücksicht belehrend und wichtig; wir müssen sie den Beweisen für fortdauernde Mineralbildungen beizählen; ein Theil des herabträufelnden Wassers wird nach und nach zu Stein; aus dem Boden der Grotten wachsen allmählig Stalagmitenklippen und Felsen hervor. Ein berühmter Botaniker des siebenzehnten Jahrhunderts wähnte in Stalaktiten der Höhle von Antiparos überzeugende Beweise für seine „Végétation des pierres" gefunden zu haben, so wurde er überrascht und getäuscht durch Formen, ähnlich Pilzen, Gesträuchen, Blumenbüscheln und Früchten jeder Art, durch Gestalten an Buchsbäume erinnernd, wie solche in Ziergärten älterer Zeit zugestutzt wurden, ja durch kleine Wälder von Bäumen, aus glänzenden, klaren, durchsichtigen Stalaktiten bestehend, durch Bäumstämme mit Laubwerk und bekleidet mit Ueberrindungen, so zart, daß sie für versteinertes Moos gelten konnten.

Die Gegenwart von Stalaktiten setzt, wie man dieß von selbst ermessen wird, nothwendig Spalten und Risse voraus, durch welche die Einseihung, das Eindringen mit Kalk beladner Wasser, statthaben kann. In der Regel zeigen sich übrigens Grotten um desto reicher an Tropfsteinen, je enger sie sind, je weniger die Luft darin freien Umlauf hat.

Zunächst müssen wir nun der Felsarten erwähnen, welche Höhlen umschließen. In Kalksteinen jeden Alters — im körnigen Kalk, im eigentlichen Marmor, im Grauwacke- und Muschelkalk, im Jura- und Grobkalk, in der Kreide und im Kalktuff — ferner in Dolomit und in Gyps trifft man jene Weitungen bald mehr, bald weniger häufig. Manche Kalkgebilde des alten Festlandes, wie der neuen Welt, zeigen sich in dem Grade grottenreich, sie scheinen ihrem ganzen Wesen nach so besonders zum Entstehen der unterirdischen Räume

geeignet, daß dieselben als „Höhlen-Kalksteine“ bezeichnet werden. Fragen wir nach den bedingenden Ursachen, weßhalb kalkige Massen weit öfter als andere Gebirgsarten Grotten enthalten, so sind diese Ursachen wohl keineswegs im Auflöslichen solcher Gesteine ausschließlich zu suchen, sondern vielmehr im leichter Zerbrechlichen ihres Wesens in der geringen Biegsamkeit. Diese Eigenschaften bewirkten, daß Kalksteine auch bei weniger bedeutenden Emporhebungen öfter zerbrechen, zersplittern als schieferige Felsarten, und daß so durch zahlreiche Spalten und Klüfte der erste Grund zu Grottenbildungen gelegt wurde. Schiefergesteine, zumal glimmerhaltige, im Allgemeinen geschmeidiger, biegsamer, wußten Erhebungen von geringerer Stärke Widerstand zu leisten; statt zu brechen, wurden sie ausgedehnt, gebogen und oft in nicht unbeträchtlicher Weise.

Höhlen im Gneise, im Glimmer- und Thonschiefer gehören, so viel man bis jetzt weiß, den mehr örtlichen Erscheinungen an; so die Grotten, welche in der irländischen Grafschaft Wicklow, von Glimmerschiefer umschlossen, zu treffen sind. Durch Geologen, die der französischen Expeditien nach Morea beigegeben waren, lernten wir die denkwürdige Grotte von Sillaka auf Thermia kennen. Gneis, Glimmerschiefer mit Granaten, Thonschiefer, von häufigen Quarzgängen durchsetzt, ferner Talkschiefer und körniger Kalk sind die Gesteine, woraus jene Insel, das Cythnos der Alten besteht. Inmitten des Marktfleckens Sillaka, ungefähr 1300 Fuß über dem Meere, findet sich der Eingang in die Höhle, welcher ganz eigenthümliche Formenverhältnisse zustehen; es sind dieß Folgen von der Beschaffenheit der unseren unterirdischen Raum einschließenden Gesteine. Glimmerschiefer, Thon- und Talkschiefer, alle in der Regel höchst fest, umgeben die Grotte, und die Lagen und Schichten jener Felsarten werden davon fast senkrecht durchschnitten. Die Höhle — deren Ursprung wir sonder Zweifel in Gebirgserhebungen, in dabei eingetretenen Erschütterungen und Zerreißungen suchen müssen — besteht aus mehreren, nach verschiedenen Richtungen sich verzwei-

genden Weitungen von ungleicher Höhe und Breite, welche man einander durch oft sehr schmale Gänge verbunden findet. Die Wände von regelloser, rundlicher Gestalt sind nur stellenweise eben; häufig erscheinen zwischen den Gesteinlagen meist sehr niedere, nach hinten geschlossene, kleinere Räume, und aus dem Boden erheben sich viel spitzige, scharfkantige Felsmassen. Von Stalaktiten keine Spur; an deren Stelle aber besitzt die Sillikahöhle andere denkwürdige Phänomene. Zahlreiche Eisenglanzadern durchziehen nämlich den Glimmerschiefer, den Talk- und den Thonschiefer nach allen Richtungen. Diese Erzadern leisteten zerstörenden äußern Einwirkungen, namentlich den Strömen unterirdischer Wasser, welchen die Grotten einst zum Rinnbett dienten, mehr Widerstand, als die Gesteine. Einen seltsamen Anblick gewähren die vorspringenden Theile jener metallischen Adern; sie verleihen den Wänden der Höhle ein netzenähnliches Aussehen.

Im körnigen Kalk trifft man gar manche, und zum Theil eben so geräumige Grotten, wie im Grauwackekalk und in den übrigen Kalksteinen, welche als Absätze aus Wassern zu betrachten sind. Bei den Höhlen, die unsere Felsart in den Pyrenäen, in den Gebirgen Schlesiens und einiger anderer Länder enthält, wollen wir nicht verweilen; allein über die berühmten Grotten auf Inseln des griechischen Archipels sind einige Bemerkungen beizufügen. Erinnern wir uns dabei, was über die Jupitershöhle auf Naxos gesagt worden; besonders berühmt ist aber die Grotte auf Antiparos.

Antiparos, vordem Oliaros, das Heimathland der großen Bildner Phidias und Praxiteles, ist fast nur ein Marmorfelsen. Von der Grotte, welche er umschließt, und die schon in frühen Jahrhunderten der Insel ihren Ruhm verlieh, besitzen wir aus älteren und neueren Zeiten der interessanten und wichtigen Reiseberichte viele. Wir entnehmen Einiges aus der Erzählung von John Auldjo, dem Britten, welcher geologische Phänomene eben so gut schildert, als er dieselbe mit kunstgeübter Hand bildlich darzustellen weiß. Auldjo besuchte die

Grotte 1835. Zwischen schroffen Höhen aus körnigem Kalk und aus Gneis führt der Weg ans westliche Ufer von Antiparos. Auf steilem Pfade gelangt man zu einer mächtigen Felsenspalte. Hier pflegen ganze Führerschaaren die Reisenden zu erwarten; sie sind mit Stricken, mit Leitern und Fackeln versehen. Nach etwa zwanzig Schritten schon erlöscht das Tageslicht, und die Fackeln, von der feuchten Atmosphäre halb erstickt, flammen anfangs so düster, daß die Ausdehnung der Grotte verdeckt und die zu bestehende Gefahr vergrößert wird. Mehr und mehr senkt sich der Weg; der feuchte Boden ist glatt, wie Eis; ein Tau leitet längs scharf vorspringenden Felsenecken abwärts. Aber bald erscheint der unterirdische Corridor im herrlichsten Glanze; zahllose Krystalle erglühen in tiefem Blutroth, oder zeigen die herrlichsten Regenbogenfarben. Vom Rande des furchtbaren Abgrundes führen in steile Gesteinwand gehauene Stufen tiefer. Immer schwieriger und gefahrvoller wird das Weitergehen. Auf Leitern, oft mit um die Lenden gebundenen Stricken, steigt man in andere Abtheilungen der Grotte nieder, bis endlich die größte Weitung erreicht ist; ein unermeßliches Gewölbe aus glänzend weißem Marmor, ein mächtiger Dom mit Bogen von gewaltiger Höhe, Fig. 3, zeigt eine interessante Partie aus dieser Höhle. Eine genaue Aufzählung der wichtigsten Grotten soll weiter unten erfolgen.

Das Alter vieler Grotten reicht weit zurück. Jene, welche uns gelten, als entstanden zur Zeit der Gebirgserhebungen, der stürmischen Aenderungen, die unsere Erdrinde erlitt, und der mit solchen gewaltsamen Katastrophen verbunden gewesenen Erschütterungen müssen nothwendig gleich alt mit diesen Ereignissen seyn. Jedoch fielen diese Begebenheiten keineswegs alle in einen Zeitraum, sondern gehören sehr verschiedenen Perioden an. Nun hat man versucht, das Grottenalter nicht blos, sondern jenes der Erde selbst aus den Tropfsteinbildungen, aus deren allmähligem Vorschreiten zu berechnen. Aber es geben jene Gebilde kein Anhalten für Berechnungen des Zeitverlaufs; ihr Entstehen hat in

bestimmten Perioden nicht in gleicher Weise statt, es ist vielmehr von Zufällen, von mannigfaltigen Einwirkungen abhängig. Ohne Zweifel dauern gewisse Tropfsteinbildungen schon sehr lange Jahrhunderte; Massen von Centnerschwere und darüber bestehen aus Lagen von Papierdünne; aber Schlüsse über Grotten- und Erdalter darauf zu gründen, ist nicht blos gewagt, sondern ganz unzulässig. Auch finden sich in Berechnungen und Annahmen der Art die auffallendsten Verschiedenheiten. So ergaben Erfahrungen, daß während fünfzehn Jahren in der Sundwiger Grotte zapfenförmige Stalaktiten von 2 Zoll Länge und verhältnißmäßiger Breite an der Decke entstanden; ließe sich voraussetzen, das Wasser wäre stets gleichmäßig herabgeträufelt, es habe immer genau die nämliche Kalkmenge aufgelöst enthalten und in denselben Zeiten gleiche Tropfsteinmassen absetzen können, so wäre zur Bildung gewisser kolossaler Stalaktitsäulen mehr als eine Million Jahre erforderlich gewesen.

Im großen Naturhaushalte machen sich gewisse Höhlen ungemein bedeutend, als Behälter von Wasser oder von elastischen Flüssigkeiten dieser und jener Art; vielen andern Grotten ist besondere Auszeichnung verliehen durch Thierreste, welche sie, und oft in kaum glaubhafter Menge, enthalten. Ehe wir von solchen Erscheinungen reden, einige Bemerkungen über Höhlentemperatur. — Die Luftwärme unterirdischer Räume ist, ohne Einfluß örtlicher Ursachen, die mittlere der Gegend, worin Grotten sich finden. Bei tiefen Höhlen bleibt jenes Verhältniß unverändert das nämliche; darum sind sie zur Sommerzeit kühl, während der Wintermonate warm; auch will man bemerkt haben, daß in gewissen Grotten der Aufenthalt zur Nachtzeit erquickender, die Luft reiner sey, als während des Tages. — Nun gibt es aber Höhlen, in welchen sich Eis das ganze Jahr hindurch erhält, die man, inmitten heißester Sommertage, winterlichkalt trifft. Solche Eisgrotten, natürliche Eiskeller, kommen in Gebirgen verschiedenster Gegenden vor, zumal im Kalk; so im Jura und in den Apenninen, im Pico de Teyde

auf Teneriffa und in den Alpen Savoyens, im Ural und bei Besançon in Franche-Comté, in Ungarn und in Steyermark. Gar manche dieser Eisgrotten wurden, selbst von Anwohnenden, nicht oft besucht; sie waren deßhalb bis in spätere Jahre wenig bekannt. Ihre Oeffnungen sind zum Theil furchtbar wilde, tiefe Schlünde; Leitern — mitunter nur aus Baumstämmen bestehend, an welche Staffeln angebracht sind, wie namentlich in der Eisgrotte des Berges Rtanj zwischen Nischa und Widdin — führen in senkrechte, offene Spalten von mehr als 100 Fuß Breite und 80 Fuß Tiefe; oder man muß auf glänzender, spiegelglatter Eisfläche hinabgleiten. In einigen Höhlen der Art wurden Stufen in Eis und Schnee eingehauen, welche jedoch ohne Steigeisen nicht wohl zu betreten sind. Der russische Naturforscher Lepechin war genöthigt, sich in eine der Grotten im Uralgebirge den Zugang durch Eis brechen zu lassen. — Ueber dem Grottenboden erscheint sehr gewöhnlich eine Decke aus reinstem Eise, dicht oder vollkommen krystallinisch, und hin und wieder so klar, so durchsichtig, daß das darunter befindliche Gestein deutlich erkennbar blieb. Diese Decke, aus welcher nicht selten kalkige Tropfsteine mit ihren Spitzen hervorragen, liegt in den meisten Grotten unberührt; nur in einigen wird sie zur Sommerzeit ausgebrochen, um nachbarliche Städte mit Eis zu versorgen. — Als besondere Zierden der Grotten, von denen wir reden, erheben sich vom Boden ansehnlich große Pyramiden und Pfeiler aus Eis, und Eisstalaktiten — ihren Gestalten nach vergleichbar den uns bekannten Kalktropfsteinen — hängen in Menge von der Decke herab; sie reichen theilweise bis zum Boden, wo man dieselben dem Eisspiegel verschmolzen sieht. In einer der Grotten bei Demenfalva in der Liptauer Gespannschaft, steigt nicht fern vom Eingange, eine über 12 Fuß hohe Pyramide aus reinstem Eise empor; auch die Grundfläche des wunderbaren Felsen besteht aus Eis, welches sich in diesem unterirdischen Raum ungemein schnell erzeugt; denn wenn bei festlichen Gelegenheiten im nahen Marktflecken St. Nikolaus Eis

nöthig ist, so holt man es in jener unversiegbaren Vorrathskammer, wo jedesmal die hinweggeschaffte Menge, auch wenn sie noch so beträchtlich, in kurzer Zeit ersetzt wird. Aber nur an einer Stelle soll sich Eis in der Höhle bilden; außerdem entstehen blos Kalktropfsteine. In gewissen Grotten zeigen sich die ungeheuern Eisstalaktiten im Innern hohl; ein hineingesetztes Licht ruft wahrhaft magische Wirkungen hervor, es verbreitet einen wundersam prächtigen Glanz, von dem das Auge geblendet wird. Die Räume im Innern solcher Tropfsteine sieht man zuweilen mit den zierlichsten Eisnadeln besetzt.

Man kann sich leicht denken, daß die Ursachen der Eisbildung Gegenstände der Aufmerksamkeit aller Physiker wurden, welche Grotten der Art besuchten; übrigens blieben ihre Meinungen getheilt. — Welche ist die Hauptbedingung zum Entstehen des auffallenden Phänomens? Von innerer Gebirgskälte kann nicht die Rede seyn; das ist bekannt. Auch in Gruben kommen solche Eismassen vor, und ohne Zweifel werden die Erscheinungen, welche uns gegenwärtig beschäftigen, auf ähnliche Weise veranlaßt; sie haben ihren Grund im Luftzuge, in den Verhältnissen des Eindringens äußerer kälterer, so wie des Ausströmens unterirdischer wärmerer Luft. Bei der hohen Lage, welche allen bekannten Eisgrotten gemäßigter Zone — die Höhle von Besançon ausgenommen — eigen ist, entsteht in jenen unterirdischen Räumen während kälterer Jahreszeiten mehr Eis, als in wärmeren Monaten schmelzen kann. Dabei reichen die Grotten meist beträchtlich tief ins Gebirgsinnere; wärmere Luftströme steigen aufwärts, kühlere senken sich, und so bleibt die kalte, im Winter eingedrungene Luft in den Grotten.

Im Gegensatze vieler Höhlen, die beinahe trocken, sind andere mehr oder weniger wasserreich. Bei ihrem Besuche muß man, im Boote liegend, unter Felswölbungen von geringer Höhe über Flüsse setzen oder deren Ufer entlang wandern, so weit die aus kalkigen Ueberrindungen gebildeten Hügel, die Stalaktitenmassen, zwi-

schen denen der Strom sich hinschlängelt, solches gestatten. Um größere und kleinere Mengen stehender Wasser setzen sich nach und nach dünne Kalksinterränder an; so entstanden wahre Tropfsteine-Bassins. — Flüsse, aus Grotten hervortretend, bilden meist einen einzigen, wagerechten Kanal, dessen Erweiterungen beinahe unmerkbar sind. Aus der Friedrichshöhle in der schwäbischen Alp entspringt ein kleiner Fluß, nur zu Schiffe kann man in den unterirdischen Raum gelangen, die Wassertiefe beträgt stellenweise 36 Fuß. Die Grotte d'Osselles unfern Besançon durchströmt Wasser; es zieht in einem Kanal der Tiefe ab und kommt in gewisser Weite am Doubsufer als Quelle wieder zum Vorschein. In Krain — wo die Berge, aus kalkigen Gesteinen gebildet, sehr reich an Grotten sind, Erscheinungen, welche durch starken Schichtenfall, durch beträchtliche Zertrümmerungen sich ankündigen, indem ganze Hügel gleichsam nur lockere Haufwerke gewaltiger Bruchstücke sind — sammeln sich mächtige Wassermassen an, die nicht selten mit großer Kraft hervorbrechen; es erscheinen plötzlich Flüsse, die fast an ihrer Quelle schiffbar befunden werden. Aus der, zu mehreren Malen erwähnten Guacharogrotte im Caripathale tritt ein Fluß hervor, dessen Breite bei 30 Fuß beträgt. Da, wo in tiefern Höhlentheilen der Boden sehr ansteigt, bildet der Fluß einen kleinen Wasserfall. — Solche unterirdische Wasserfälle gaben in frühern Zeiten zu den verschiedenartigsten Deutungen Anlaß. Vor nicht langen Jahren noch waren in der Nähe Wohnende des Glaubens: man höre Trommeln und Pfeifen in den Grotten.

Gar manchen Höhlen entsteigen mephitische, schädliche Gasarten verschiedener Natur, welche für den Athmungsproceß gefährlich werden und Erstickungen bewirken können. Dahin gehören z. B. die Ausströmungen von kohlensaurem Gas aus der Hundsgrotte unfern Neapel. In andern Höhlen trifft man heiße, mit Schwefel beladene Dämpfe. Auch gibt es unterirdische Räume, namentlich solche, welche thierische Gebeine in Menge umschließen, wo die seit Jahr-

hunderten und Jahrtausenden den Boden überdeckende Erde in gewissen Monaten gasartige Mischungen von Wasserstoff und Stickstoff ausdünstet. — Es sind dieß, wie wir sehen, Phänomene, theils durch vulkanische Ursachen bedingt, theils in der Natur verschiedenartiger Gesteine zu suchen, welche Grotten umschließen; theils hängen die Erscheinungen von Verhältnissen ab, deren Betrachtung uns bei anderer Gelegenheit beschäftigen soll.

Ehe wir zu den, in unterirdischen Räumen begrabenen Thierresten uns wenden, einige Worte über Aeolushöhlen und über Grotten mit optischem Farbenspiel.

In vielen Höhlen ist nicht der geringste Luftzug wahrnehmbar; aus andern kommen den Besuchenden fühlbare Ströme entgegen; aus manchen dringen selbst mehr oder weniger heftige Winde hervor. Besonders in Italien kennt man solche Aeolus- oder Windesgrotten. Eine der berühmtesten findet sich unfern Terni im Kirchenstaate. Den Eingang schließt ein altes Thor, durch dessen Spalten der Wind stets rauschend hervordringt. Die Grotte hat mehrere Räume; den tiefern entströmt die Luft so heftig, daß bei geöffnetem Thore Fackeln erlöschen. Klug wußten Besitzer nahe gelegener Landhäuser die kühle, erquickende Höhlenluft zu benutzen. An Zimmerwänden sieht man wunderlich gestaltete Gipsköpfe mit weit geöffnetem Munde. Sie stehen durch Bleiröhren in Verbindung mit den Grotten und führen an schwülen Sommertagen kühlende Luftströme herbei. — Einige Höhlen im innern Asien sollen zu Zeiten selbst Stürme erzeugen. Wie erzählt wird, ist der Wind aus der Uybichgrotte in dem Grade gefürchtet, daß Caravanen, welche in der Nähe anlangen, rasten und ihre Reise nicht eher fortsetzen, bis die Winde aufgehört haben. — In Tagen des Aberglaubens galt eine Höhle unfern Eisenach für den Sitz des Fegfeuers. Am Eingange war fast stets „Sausen und Brausen" zu hören; man glaubte das „Angstgeschrei gequälter Seelen" zu vernehmen. Einer, in mehrfacher Hinsicht besonders interessanten Thatsache möge hier gedacht werden. Die

kleine Stadt Rochefort im Aveyron-Departement ist, wie man weiß, berühmt wegen trefflicher Käse, welche sie in solcher Menge ausschickt, daß diese einen gewinnreichen Handelszweig abgeben, indem jährlich über eine halbe Million Gulden dafür erlöst wird. Der gerechte Ruf jener Käse reicht bis in sehr ferne Zeiten zurück; schon im alten Rom — wo Tafelschwelger die Erzeugnisse aller Länder beisammen hatten und zu würdigen wußten — wurden Käse aus erwähnter Gegend den vorzüglichsten beigezählt. Die Käse von Rochefort aber sollen ihren eigenen Wohlgeschmack weniger einer besonderen Behandlungsweise oder der Milchgüte, als vielmehr den Grotten, den „Kellern" verdanken, in welchen man dieselben bereitet. Fortdauernd herrscht niedere Temperatur in den, am nördlichen Gehänge eines großen Kalkplateaus befindlichen Höhlen. Außer den, fast stets vom Gebirge niederwehenden, kalten Winden lassen die Felsen zahllose Spalten wahrnehmen, denen Luft gewaltsam entströmt, von so niederer Temperatur, daß ein in die Nähe der Klüfte gebrachtes Thermometer, das in der äußeren Atmosphäre und im Schatten 23° Reaumur zeigte, nach einer Viertelstunde bis auf 4° herabsank. Ohne Zweifel verdanken die befragten Grotten ihre Kälte den Luftströmungen aus Spalten. — Die Keller von Rochefort sind nicht besonders geräumig, aber sie stehen in sehr hohem Preise. Längs den Wänden findet man Brettergerüste angebracht, worauf die Käse gestellt werden.

Was Höhlen mit optischem Farbenspiele betrifft, so gehört dahin vor allem die so viel besprochene „blaue Grotte" im steilen Felsenufer des Meerbusens von Neapel. Bei ruhigem Wasser ist sie nicht nur Schwimmern, sondern selbst kleinen Booten zugänglich. In Tagesstunden, wenn das Meer bis auf seinen tiefsten Grund von der Sonne durchleuchtet wird, zeigt die Grotte den wunderbaren Anblick, als bestände das sie überdeckende Gewölbe aus azurnem Krystall. Es ist aber in der That nichts Anderes, als der Wiederschein des Wassers, das, gleichsam von unten allein erhellt,

sich in der Felsendecke spiegelt und so die schöne Wirkung hervorruft.

Unter vielartigen Verhältnissen, hier zusammengehäuft und nicht selten in wunderlicher Mannigfaltigkeit, dort vereinzelt, findet man Thiergebeine in Höhlen; sie sind namentlich Grabstätten für Bären- und Hyänenreste geworden, und man hat aus den sorgfältig aufgenommenen Knochen ganze Gerippe dieser Thiere zusammengesetzt. — In gewissen Grotten ist die Menge solcher Ueberbleibsel einer uralten Zeit sehr groß, und beim Aufschließen des Innern der Räume wurden gar oft durch Unwissenheit nicht aufmerksamer Arbeiter zahllose Knochen verschleudert und zerstört. Beim Untersuchen der verschiedenen Abtheilungen einer der Höhlen im Saone-Departement lieferte jeder, mit der Steinhaue in dem Lehmboden geführte Streich einen Knochen. Trägt man auch, und nicht ohne Grund, Bedenken, der Rechnung Glauben beizumessen, wornach in einer der Grotten unfern Muggendorf im Frankenlande zweitausend und fünfhundert Bären begraben liegen, so läßt sich dennoch nicht in Abrede stellen, daß die Kirkdaler Höhle, nordostwärts von York — sie wird uns bald um anderer Beziehungen willen besonders interessiren — nach und nach so viele Hyänenzähne lieferte, daß die Zahl in derselben umgekommener Thiere der Art ungefähr dreihundert beträgt. In der Gailenreuther Grotte unfern Muggendorf wurden seit achtzig Jahren die Reste von wenigstens achthundert Bären gefunden. Sicher bleibt es wunderbar, daß jene unterirdischen Räume, wenn auch in allmähliger Folge, so viele Hyänen und Bären, und außerdem zahllose andere Thiere oder deren Theile fassen konnte.

Werfen wir, ehe wir das Vorkommen fossiler Gebeine in Höhlen schildern, einen Blick auf Thier- und Pflanzenleben, wie man es heutiger Zeit in unterirdischen Weitungen beobachtet. Was die Pflanzen betrifft, so wurden beim ersten Vordringen in, nach allen Seiten durch große Stalaktitenmassen verschlossenen Grotten nicht selten deren gefunden, welche Licht entbehren kön-

nen; es umrankten jene Gewächse die Tropfsteine, wie Epheu unsere Mauern. Alexander von Humboldt sah im Vordertheile der Guacharogrotte, deren äußere Wölbung mit üppigster Vegetation der Tropenländer prangt, gewaltige Heliconien, die prachtvollen Pflanzen mit großen Blättern, deren sich Neger zum Bedecken ihrer Hütten bedienen; ferner fand er im unterirdischen Raume längs dem kleinen Flusse, dessen oben gedacht worden, Pragapalmen und das baumartige Arum. In jener Höhle des Caripethales dehnt sich die Vegetation aus, wie in tiefe Schluchten der Anden, die nur halbem Tageslichte zugänglich sind; sie hört erst im Innern der Grotte auf, etwa 40 Fuß weit vom Eingang. — Von den in bergmännischen Bauen oder Gruben vorhandenen Pflanzen wird bei anderer Gelegenheit die Rede seyn. —

Einst waren viele Grotten von Raubthieren der Vorwelt bewohnt, besonders von Bären und Hyänen, seltener von Tigern und Löwen. In Afrika, im wärmeren Asien und in einigen andern Ländern gibt es, wie Jeder weiß, heutiges Tages noch Hyänen. Ueber die Beschaffenheit der Höhlen, der Klüfte, worin sie leben, erhielten wir durch neuere Reisende interessante Mittheilungen. An den Eingängen solcher Grotten liegen Knochen zerstreut; im Innern fand man ganze Haufen meist zerbrochener Gebeine von Kameelen, Büffeln, Schweinen, Schafen und Hunden, selbst das Gerippe eines Ochsens. Einige dieser Ueberbleibsel zeigten sich ganz frisch; die Knochen hingen zum Theil noch mit der Haut zusammen. In andern Höhlen lagen Köpfe und sonstige Reste von Ratten, Eichhörnchen, Fledermäusen und Vögeln. Dieses Alles beweist, daß Hyänen ihre Beute oder wenigstens Theile derselben, für welche die Eingänge geräumig genug sind, in Grotten schleppen. Die Oeffnungen einer Höhle — sie hatte deren mehrere — wurden sorgfältig verwahrt; man hoffte, sich der Hyänen im Innern zu versichern, allein diese waren früher entflohen. Es ist bekannt, daß jene Thiere, die bei Tag sich selten

sehen lassen und nur zur Nachtzeit auf Raub ausgehen, den Menschen meiden, daß sie ihm in der Regel wenig schaden. Viel Uebertriebenes, viel Fabelhaftes liegt in den Erzählungen von ihrer furchtbaren Grausamkeit. Man hat nur wenig Beispiele, daß Hyänen Menschen ungereizt angefallen hätten; wohl aber graben sie Leichen aus und tragen diese ihre Beute in Höhlen und andere Schlupfwinkel. Daher die Sitte der Bewohner gewisser Provinzen des türkischen Reiches, große Steine über neu aufgeworfene Gräber zu legen; sie wollen solche gegen Hyänen schützen. Hyänen, deren liebste Nahrung in Fäulniß übergegangenes Fleisch ist, reinigen die Ebenen von Gerippen, welche Geier theilweise abnagten. Zu mehreren vermögen sie mit bewundernswürdiger Geschicklichkeit todte Kameele oft weithin zu schleppen. — Es sind diese Bemerkungen über Lebensweise und andere Eigenthümlichkeiten der Hyänen für uns mancher, im nächsten Verfolg anzustellender Betrachtungen wegen, keineswegs ohne Bedeutung.

Zu den Höhlenbewohnern gehören ferner die Guacharos. Viele Tausende dieser Nachtvögel leben in der nach ihnen benannten Grotte im Caripethale. Ihr Fett — dessen Reinheit so groß ist, daß es über ein Jahr aufbewahrt werden kann — dient in Missionen beim Bereiten der Speisen und zur Beleuchtung; daher der Name „Fettgrube," womit die Höhle von den Eingebornen bezeichnet wird. Die Guacharos sind ungefähr von der Größe unserer Hühner, im Wuchse aber den Geiern ähnlich. Ihre Augen können das Tageslicht nicht ertragen; sie verlassen die Höhle, an deren Decke dieselben nisten, erst bei anbrechender Nacht, vorzüglich zur Zeit des Mondscheins, um Nahrung zu suchen, welche in Körnern und Früchten besteht. Wo in der Grotte das Tageslicht zu erlöschen anfängt, hört man den widrigen Schrei der Nachtvögel, und in den fernsten Theilen verursachen sie einen furchtbaren, kreischenden Lärm, der stärker wird, so wie man tiefer hineinkommt. Ihre scharfen durchdringenden Töne werden von den Wölbungen der unterirdischen Räume zurückgeworfen. Einmal

im Jahre begeben sich die Indianer, mit Stangen bewaffnet, in die Grotte. Tausende der Vögel werden alsdann getödtet, und das Geschlecht wäre längst vertilgt, würde seine Erhaltung nicht dadurch begünstigt, daß abergläubische Begriffe die Eingebornen vom tiefern Eindringen in die Grotte abhalten. Sie verbinden mystische Vorstellungen mit dem von den Nachtvögeln bewohnten Raume. Uebrigens finden sich ohne Zweifel in anderen nahe gelegenen, ihrer Enge wegen unzugänglichen Grotten, ebenfalls Guacharos. — So weit der Entdecker, Alex. von Humboldt, über den seltenen Vogel, welcher von ihm, in das System eingeführt, den Namen Steatornis Caripensis erhielt. Im Jahre 1834 kam durch l'Herminier's Bemühungen der erste ausgebalgte Guacharo nach Europa; das Schiff, auf dem sich die von Humboldt und Bonpland in der Grotte geschossenen Vögel befanden, war an der afrikanischen Küste gescheitert. Nach l'Herminier's Angaben fügen wir Folgendes bei. Alle Versuche, einen Guacharo zu schießen, blieben fruchtlos. Zur Zeit, wo die Alten ihre Schlupfwinkel zu verlassen pflegen, um Futter zu holen, wurden einige Indianer, mit langen Stäben bewaffnet, vor den Eingang der Höhle gestellt. Anfangs waren die Vögel scheu; ängstlich flogen sie hin und her. Endlich faßten dieselben Muth und wagten den Ausflug mit Gewalt durchzusetzen, was den meisten gelang, drei wurden jedoch erschlagen. Die Thiere, welche, wie es scheint, nur von Vegetabilien leben, haben einen eigenthümlichen Geruch, jenem der Sturmvögel vergleichbar. Das Fett, um dessen willen sie so berühmt sind und das durch die Haut dringt, wenn man einen Vogel drückt, befindet sich in ihrem Innern im flüssigen Zustande; es ist geruchlos, schmeckt wie Schweineschmalz und sieht aus wie Mandelöl. Der Guacharo ist ein schwerfälliges Geschöpf. Er hält den Schweif aufwärts, den Schnabel gegen den Boden gekehrt und verbleibt in dieser Stellung, bis man ihm nahe kommt. Berührt, stößt das Thier ein Geschrei aus, dessen unangenehmer Ton nicht wohl beschrieben werden kann. Den Tag

über sucht der Guacharo dunkle Stellen; Nachts aber fliegt er aus, schreit und schlägt mit den Flügeln. Seine Augen sind schwarz, größer als die einer Henne.

In gewissen mexicanischen und ostindischen Grotten, deßgleichen in der „großen Höhle" in Kentucky, leben zahllose Fledermäuse. Auch in der Grotte de la Balme im Dauphiné sammeln sich diese Thiere in außerordentlicher Menge, besonders an einzelnen Stellen, wo ihr Lieblingsaufenthalt zu seyn scheint.

Nun noch Einiges über den Proteus anguineus, über jenes sonderbare Geschöpf, das die dunkeln Tiefen der Magdalenengrotte bei Adelsberg in Krain bewohnt; eines der Beispiele von der wundervollen Weise, in welcher Leben in jedem Theile der Erdrinde erzeugt und fortgepflanzt werden kann, selbst an Orten, die dafür am wenigsten geeignet scheinen. Jene Höhle, nach einer nahen Wallfahrtskapelle benannt, erlangt durch Gegenwart des Thieres eigene Bedeutung. — Was den naturhistorischen Charakter des Proteus betrifft — seit ungefähr siebenzig Jahren kennt man das Geschöpf — so soll nur bemerkt werden, daß die zarten Thiere, deren größte Länge, wie gesagt wird, etwa fünfzehn Zoll beträgt, und welche in ihrer Dicke von der eines Federkieles bis zur Daumenstärke wechseln; beim ersten Anblick sich wie Eidechsen darstellen; dabei haben sie aber die Bewegung schlanker Fische. Kopf, Untertheil des Körpers und Schwanz zeigen sich denen von Aalen ähnlich. Drei Zehen an den Vorder-, zwei an den Hinterfüßen. Die Thiere leben, und zu Zeiten, besonders nach starken Regengüssen, in Menge, in dem kleinen See, welchen die Magdalenengrotte umschließt. Ihnen ist Licht kein wesentliches Bedürfniß, denn sie kommen nie an den Tag; daher ihre bleiche Farbe und der Name „weißer Fisch," womit anwohnende Landleute unsere Proteus zu bezeichnen pflegen. Der Sonne ausgesetzt, gerathen die Geschöpfe in Unruhe; sie werden allmählich dunkler und endlich olivengrün. In der Gefangenschaft sind ihre Bewegungen schwach und ihr Leben so einfach, daß man dieselben Jahre lang in Wasser erhal-

ten kann, welches zu Zeiten gewechselt wird; darüber, daß die Thiere unter solchen Umständen Nahrung zu sich genommen, liegt keine Beobachtung vor. — Auch bei Sittich, einem alten Kloster unfern Laibach, wird der Proteus im Wasser gefunden, welches einigen Grottenmündungen entquillt. — Bei der eigenthümlichen Natur des Landes, das voll hohler Räume ist, wo häufig große Vertiefungen zu sehen sind, in denen sich die Wasser des Dunstkreises verlieren, ist es nicht unwahrscheinlich, daß die Geschöpfe, wovon wir reden, einen ungemein tiefen, unterirdischen See bewohnen; diesem ihrem Aufenthaltsorte werden sie bei stärkeren Fluthen entrissen, durch Gesteinspalten weiter und endlich dahin geführt, wo man solche trifft. Der nämliche See liefert ohne Zweifel den Proteus der Magdalenengrotte und jenen von Sittich. Wir bemerken hier auch, daß bei den Eruptionen gewisser amerikanischer Feuerberge, und mitunter in gewaltigen Mengen, Fische aus den Kratern geschleudert wurden.

Wir wenden uns nun zur Betrachtung der in Grotten vorkommenden, thierischen Ueberbleibsel; sie gehören mit zu dem Interessantesten und Bedeutendsten, was die Natur in den Räumen der Tiefe verborgen hat. Es sind keineswegs viele Jahre her, seit man den Thatsachen genaue und umsichtige Untersuchungen widmete, Untersuchungen, welche neues Licht auf gewisse, früher sehr dunkle Perioden der Erdgeschichte warfen. Ehedem gingen gar Manche in Höhlen und verließen sie wieder, ohne im Geringsten zu ahnen, daß Knochen darin enthalten seyen. Nicht wenige Grotten, welche Jenen, die neuerdings darnach forschten, reiche Ausbeute gewährten, wurden seit undenklicher Zeit besucht, ohne daß man nur eine Spur solcher Ueberreste wahrgenommen hätte. — Von Naturforschern Deutschlands haben Leibnitz, Blumenbach und Sömmering sich besondere Verdienste um die Sache erworben; wichtig und erfolgreich waren auch Cuvier's und Buckland's Forschungen.

Der Zweck unseres Werks verlangt keineswegs Mit-

theilung von Allem, was über den Gegenstand bekannt geworden, wir können es nur versuchen, in gedrängten Umrissen das Wichtigste zu geben. Ehe wir jedoch von der Art des Vorkommens thierischer Schädel, Zähne und Knochen in Grotten uns unterrichten, ehe wir deren Zustand kennen lernen und die mit ihrer Gegenwart verbundenen Erscheinungen betrachten, dürfte eine Aufzählung jener Thiere am Orte seyn, von denen, mehr oder weniger häufig, Reste in Höhlen gefunden werden.

Die uns schon bekannte Kirkdaler Grotte, so wie jene von Lunel Vieil unfern Montpellier, mögen als Beispiele dienen. Erstere lieferte Ueberbleibsel von: Hyäne, Tiger, Bär, Wolf, Fuchs, Wiesel, Elephant, Rhinoceros, Hippopotamus, Pferd, Ochs, Hirsch, Hase, Kaninchen, Wasserratte, Maus, Rabe, Taube, Lerche, Ente, so wie Theile eines der Drossel zunächst stehenden Vogels. In der Höhle von Lunel Vieil wurden Gebeine von drei und dreißig Säugethierarten getroffen. Unter den Raubthierresten zeigten sich hier die der Hyäne am häufigsten, weniger oft die von Katze, Hund und Bär; seltener waren Knochen von Rhinoceros, Schwein, Biber, Hase, Maus; in Menge kamen Gebeine von Hirschen, Ochsen und Pferden vor. In einer, erst neuerdings genauer untersuchten Grotte bei Yealmbridge, südostwärts von Portsmouth, fand man, nachdem schon ganze Wagenladungen weggeführt worden, noch Gebeine in Menge von Elephant, Rhinoceros, Pferd, Ochs, Schaf, Reh, Bär, Hyäne, Wolf, Hund, Fuchs, Hase, Kaninchen, Wasserratte, und endlich Ueberbleibsel eines bedeutend großen Vogels. Die Reste von Hyänen, Pferden und Ochsen ergaben sich als die zahlreichsten, jene vom Elephant und Rhinoceros gehören vergleichungsweise zu den seltenern. — Daß in einer Grotte Virginiens Megalonix- (Faulthier-) Knochen entdeckt worden, wissen wir schon. Endlich hat man in Höhlen der Provinz Lüttich neuerdings Fledermaus-Ueberbleibsel getroffen.

Einigen der Thiere, von denen Reste in Grotten enthalten sind, gebührt mehr als vorübergehende Erwähnung. Dieß ist namentlich bei Bären und Hyänen der Fall; denn es kommen, so weit unsere Erfahrungen reichen, Raubthiergebeine, und besonders Bären und Hyänenknochen, ungleich häufiger in Höhlen vor, als im aufgeschwemmten Lande, und es muß daher ganz besonders von denselben die Rede seyn.

Drei der gegenwärtigen Schöpfung fremde Bärenarten hat man nach ihren Resten in Grotten unterscheiden gelernt. Eine, als Höhlenbär (Ursus spelaeus) bezeichnet und kenntlich durch die gewölbte Stirn, übertraf an Größe die Bären heutiger Zeit, und dürfte jener unserer Pferde nahe gekommen seyn. Die noch in Europa lebenden Bären nähren sich eben so wohl von Vegetabilien, als von Fleisch; manche Kennzeichen fossiler Arten beweisen, daß der Höhlenbär ein eben so reißendes Thier war, wie Löwen und Tiger.

Aus nicht wenigen deutschen Grotten entnahm man Schädel und andere Gebeine jener Thiere in Menge. Die uns bekannte große Sundwiger Höhle in Westphalen lieferte mehr als dreißig Köpfe von zwei Bärenarten; aber die vielen gefundenen Knochen lassen auf eine bei weitem größere Zahl von Thieren schließen, welche ihrem Alter nach sehr ungleich waren. Dasselbe gilt von gewissen Grotten in Ungarn, Siebenbürgen und Frankreich. — Man hat Bärenreste und andere Gebeine mit dem Thierdienste älterer Bewohner Deutschlands in Beziehung bringen wollen; die Knochen jener Raubthiere sollten in Grotten getragen worden seyn; sie galten für Ueberbleibsel abgöttischer Verehrung. Dieß ist durchaus unwahr; wohl aber kennt man Fälle, wo von gewinnsüchtigen Händen thierische Knochen in Grotten gelegt wurden, um sie später wieder finden zu lassen.

Die vorweltlichen Hyänen — deren Gebeine in deutschen und französischen Höhlen, vorzüglich aber in jenen Englands zu finden — waren verschieden von den gegenwärtig noch lebenden. Köpfe untergegangener Hyänenarten sind um ein Fünftheil größer, als die der Thiere

heutiges Tages. Nicht ohne Interesse ist die Bemerkung, daß in vielen Grotten solche Köpfe verhälnißmäßig weit öfter getroffen werden, als die übrigen Glieder. Untersuchen wir das Vorkommen der befragten Thierreste. Die meisten liegen in Lehm, in rother, thonigkalkiger Erde, untermengt mit Gesteintrümmern — von den Höhlenwänden und von deren Decke herabgestürzte Massen — und mit Geschieben, von den nächsten Bergen stammend. Die Menge dieser Felsartenbruchstücke, dieser Rollsteine, pflegt gegen das Innere unterirdischer Räume hin abzunehmen. In gleichem oder ziemlich gleichem Niveau überdecken die Lehmlagen den Höhlenboden und seine Unebenheiten; denn die Knochen enthaltende Erde hat bei den häufigen Aushöhlungen und Krümmungen des Bodens nicht die nämliche Mächtigkeit, und so stellt sich ihre Oberfläche eben und wagerecht dar, selbst wo der Höhlenboden geneigt ist. An den Wänden wird in der Regel kein Lehm gefunden, und noch weniger der Decke anhängend. — Wie gelangten Lehm und Geschiebe in die Höhlen? Das lockere Material, die kalkigen, die thonigen Theile sind allerdings so beschaffen, daß sie leicht in Wasser schwimmen konnten. Ist nun die lehmige Bodendecke von einer einzigen, plötzlichen, vorübergehenden, allgemeinen Katastrophe herzuleiten? Erkennt man darin die „Sündfluth", und wäre sonach der Höhlenlehm ein „Diluvial", ein „Sündfluthschlamm"? Oder wurde jener Lehm in Folge mehr örtlicher, verschiedenen Gegenden eigenthümlicher Ursachen, in die Grotten geschwemmt und abgesetzt? — Für letztere Ansicht würde der Umstand sprechen, daß man, und nicht selten auf sehr unzweideutige Weise, die Folge andauernder oder öfter wiederholter, scheinbar nicht besonders heftiger Wirkungen von Wasser erkennt, welche aus gewissen Himmelsgegenden, und stets der nämlichen Richtung folgend, in Grotten eindrangen. — Auch fehlt es nicht an Beweisen, daß manche Grotten keineswegs durch ihre jetzigen Oeffnungen mit Schlamm erfüllt worden, sondern von oben her durch senkrechte Spalten. Endlich ist denkbar,

daß ein Theil des Lehms erst dann in Höhlen gekommen, wie die meisten Knochen schon darin waren.

Ueber dem Lehmniederschlage erscheint, als nicht unterbrochene Decke, durchs Ganze der Grotten reichend, oder nur stellenweise, eine mehr oder weniger mächtige Rinde kalkiger Stalaktiten. Wechselnde Lagen von Tropfsteinsubstanz und von Lehm werden nicht gefunden; wohl aber ist zuweilen die Stalaktitenkruste unmittelbar über dem Höhlenboden ausgebreitet, und auf dieser Rinde nimmt der lehmige Schlamm seine Stelle ein. Die Knochen sind nicht eigentlich versteinert; sie zeigen vielmehr den Zustand in Gräbern liegender Gebeine; ihre höheren oder geringeren Auflösungsgrade erklären sich dadurch, daß sie bald früher, bald später von schlammigem Lehm umhüllt wurden. Besonders häufig kommen Zähne aller Art vor; größere Festigkeit begünstigte deren Erhaltung, auch verzehren Raubthiere solche durchaus nicht. Bärenzähne namentlich zeigen sich wohl erhalten; ihr Schmelz, von Elfenbeinweiße, hat nicht die geringste Aenderung erlitten. Ueberbleibsel, von Thieren heutiger Zeit abstammend, wie solche in gewissen Höhlen gefunden werden, sind ihrem ganzen Wesen nach von den übrigen thierischen Resten unterirdischer Räume verschieden. Pferdezähne z. B. erscheinen glänzend und schwer, nur mit großer Anstrengung zerbrechlich und hängen der feuchten Lippe nicht an. Mitunter trifft man die Knochen durch Stalaktitensubstanz theilweise oder ganz überzogen; ihre Bruchstücke zu einer Art von Breccie verbunden; aus Tropfsteinrinden und Lehmschichten ragen Zähne und andere Gebeine mehrere Zoll weit hervor.

Um durch ein Beispiel das Besprochene deutlicher zu machen, um zu zeigen, wie Thierreste eingeschlossen im Höhlenschlamm liegen, wählen wir die Darstellung einer Grotte der Gegend von Wirksworth in Derbyshire (Fig. 4.). Man fand darin die Knochen eines beinahe vollständigen Nashorngerippes. — Auch in der Adelsberger Höhle stieß man auf ein vollständiges, jedoch sehr zerschmettertes Gerippe eines jungen Bären. Wie zu glauben, wurde

das Thier durch eine von der Decke hereingebrochene Gesteinmasse getödtet.

Fragen wir nach Art und Weise, wie die Gebeine in Höhlen gelangten, so zeigen sich die Meinungen der Gelehrten getheilt. Bald wird für ausgemacht angesehen, daß die unterirdischen Räume bewohnt gewesen, namentlich von Raubthieren; diese hätten ihre Beute dahin getragen und wären endlich selbst in den Grotten umgekommen. Bald glaubt man, die Knochen seyen zugleich mit den Massen schlammigen Lehms und mit den Rollstücken durch Fluthen, durch angeschwollene Ströme in Höhlen geführt worden. Die eine wie die andere der erwähnten Ursachen hat Wahrscheinlichkeit für sich, und in einzelnen Fällen sprechen selbst Thatsachen sehr entscheidend; dieß soll aus einer Aufzählung der wichtigsten Erscheinungen hervorgehen. Auch ist möglich, daß, während gewisse Grotten von Thieren zum freiwilligen Aufenthalte gewählt wurden, diese aus Furcht und Angst in andere Höhlen sich drängten, daß die Weitungen der Tiefe Zufluchtsstätten während plötzlich eingetretener hoher Wasserbedeckungen abgaben, daß die Rückkehr ins Freie den Thieren durch Fluthen abgeschnitten wurde, und sie hier ihren Tod fanden.

Mangel an Raum kann keineswegs als entscheidende Einrede gelten, daß Höhlen nicht von Thieren bewohnt gewesen; dieß ergibt sich aus dem über den Bau der Grotten Besprochenen. Allerdings ist deren Ausdehnung mitunter zu unbedeutend, als daß sie je Wohnstätten für größere Thiere hätten abgeben können. So zeigen sich mehrere belgische Höhlen in dem Grade enge, daß die Thiere, deren Gebeine darin begraben liegen, unmöglich Raum zur Bewegung fanden. Andere Grotten aber sind hinreichend breit und hoch. Gibt es doch in Frankreich Grotten, deren vordere Abtheilungen heutiges Tages noch von Landleuten benutzt werden, um bei ungünstigem Wetter ganze Herden unterzubringen. In gewissen Höhlen, die fast nur Bärenknochen aufweisen, müssen solche Thiere lange ihre Wohnstätte gehabt ha-

ben, man sieht die Knochen sehr wohl erhalten, oft noch in natürlicher Verbindung neben einander liegend. Es ist anzunehmen, daß mehrere Generationen, mehrere Geschlechtsfolgen von Bären darin lebten, deren jede ihre Reste zurück ließ; Gebeine alter und junger Thiere finden sich zusammen, auch spricht das verschiedenartige Ansehen der Knochen dafür, daß sie keineswegs alle aus gleicher Zeit abstammen. Später drangen Hyänen ein. Von ihnen — deren Zähne wie bekannt so ganz zum Knochenzerbeißen geschaffen sind — wurden die Ueberbleibsel benagt und durcheinander geworfen. So erklärt sich zugleich der Umstand, daß im Hintergrunde mancher Höhlen, bis wohin jene Raubthiere, wie es scheint, nicht kamen, die Bärengebeine besser erhalten gefunden werden.

Was weiter die Meinung: Grotten seyen bewohnt gewesen, bestätigt, ist der Zustand der Knochen, welche darin vorkommen. Sie sind ohne Spur irgend eines Bruches; sie tragen kein Zeichen erlittener Abrundung. Noch mit den zartesten Spitzen, mit den feinsten Unebenheiten versehen, deutet nichts darauf hin, daß Fluthen dieselben fortgeführt, daß sie sich an einander gerieben hätten. Man müßte annehmen, es wären die Gebeine, noch mit Fleisch umhüllt, in unterirdische Räume geschwemmt worden.

Weitere Bestätigung der Ansicht lieferten thierische Excremente. Hyänenknochen liegen untermengt mit ihrem Darmkoth und dabei benagte, zerbissene Gebeine mannigfaltiger anderer Thiere. In solchen Höhlen wohnten Hyänen der Vorzeit ganze Generationen hindurch. Hier trugen sie ihre Beute, ihren Raub zusammen, Thierleichen oder deren Theile, um solche ungestört aufzuzehren.

Ferner fand man Hyänenschädel und andere Gebeine mit unverkennbaren Spuren tief eingedrungener, aber wieder geheilter Wunden und Brüche; die Thiere müssen sich wechselweise angegriffen haben. Selbst Merkmale von Knochenkrankheiten wurden beobachtet. Endlich noch eine augenfällige Thatsache. Die eckigen Hervorragungen, die scharfen Kanten des Gesteines der

Grottenwände, von der Stalaktitenhülle entblöst, zeigen sich an einigen Durchgangstellen gerundet, abgerieben, glatt wie polirt. Dieß kann nur vom öfteren Ein- und Ausgehen, vom Anstreifen, vom Durchdrängen und Aufliegen der früheren Bewohner herrühren. Es ist dieß um so weniger zweifelhaft, da wir aus Berichten neuerer Reisenden wissen, daß Höhlen Ostindiens, welche noch jetzt Aufenthaltsorte von Hyänen sind, gar nicht selten ähnliche Erscheinungen wahrnehmen lassen. Besonders an den Oeffnungen, an vorspringenden Felsenkanten in schmalen Durchgängen sind glatte, abgeriebene Stellen zu sehen.

Wir gehen nun zu Thatsachen über, welche im Allgemeinen oder in einzelnen Fällen gegen das Bewohntseyn von Grotten durch Thiere zeugen und zu den Einreden, die gestellt werden. — Vor allen Dingen machte man den Umstand geltend, daß bei gewissen Höhlen die Eingänge vermißt werden, durch welche größere Thiere hinein gelangt wären. So wurde eine Knochenhöhle in den Jurabergen des Departements der Haute-Saone ganz von Höhlenschlamm erfüllt gefunden. Der gegenwärtige Eingang ist kein natürlicher, und eine wagerechte Oeffnung von sehr geringer Höhe war vorhanden; diese erweiterte man, zum Behuf eines Kellers; eine kalkige Felswand wurde durchbrochen, und so die wenig geräumige Grotte zugänglich gemacht. Knochenhaltiger Lehm liegt meist in den tiefsten und engsten Stellen der Höhlen. Dahin konnten jedoch allerdings die Knochen, waren sie bereits in anderen Theilen von Grotten vorhanden, auch durch eingeschwemmten Lehm geführt worden seyn.

Während wir im Vorhergehenden sehr wohl erhaltene Knochen kennen lernten, dürfen andere in manchen Höhlen befindliche nicht übersehen werden, welche in dem Grade zerbrochen sind, daß dieser ihr Zustand keineswegs von Zähnen, selbst nicht von jenen der größten Raubthiere, abgeleitet werden kann. Ebenso tragen Knochen an einer Seite oder überall Spuren, daß sie fortgerollt worden. In den Höhlen von Lunel Vieil bei Montpel-

lier erscheinen alle Knochen so beschädigt, daß man nicht von einer Thierart, deren Gebeine vorkommen, auch nur das halbe Gerippe zusammensetzen konnte; gewisse Theile werden gänzlich vermißt. Sollten jene Grotten bewohnt gewesen seyn, so ließe sich nur annehmen, daß festere Knochen um deswillen häufiger vorkommen, weil die übrigen zur Nahrung vorgezogen wurden. — Auch ist der eigenthümliche Zustand von Gebeinen beachtungswerth; sie zeigen eine Menge kleiner Risse, welche, so scheint es, nicht wohl auf andere Weise entstehen konnten, als durch Austrocknen der von ihrer fleischigen Hülle entblösten Reste an der Luft. — Ferner hat man die Gemenge von Schädeln und anderen Ueberbleibseln alter und junger Raubthiere verschiedenster Art, wie solche getroffen werden, hervorgehoben, indem sich nicht wohl denken lasse, daß alle jene Thiere, wovon die Gebeine abstammen, in einer Grotte beisammen gelebt haben könnten. — Ebenso wurde der Zweifel angeregt: ob benagte Knochen in jedem Falle als Beweise gelten dürften, daß Höhlen bewohnt gewesen? es wäre ja möglich, die Gebeine seyen in solchem Zustande eingeschwemmt worden. — Raubthierüberbleibsel hätten gar manche Grotten in zu geringer Menge geliefert, um anzunehmen, es wären die übrigen Reste hineingetragen worden.

Endlich führte man an: wenn Hyänen, Löwen und andere Raubthiere in Grotten gelebt hätten, so müßten deren Gebeine besser erhalten seyn, wie jene der übrigen Thiere; es wäre zu erwarten, ihre Knochen an höheren Stellen über den anderen Resten gelagert zu finden; Coprolithen, fossile thierische Excremente seyen bei weitem nicht in allen Höhlen nachgewiesen u. s. w. — Man wird zugeben, wie es keinesweges leicht, sondern vielmehr schwierig und mißlich ist, das Mannigfaltige verschiedenartiger Erscheinungen aufzufassen, um allgemeine Ansichten hervorzuheben. Oertliche Einzelnheiten sind nicht zu übersehen; man darf — dafür zeugen die angeführten Thatsachen — nicht nach Meinungen folgern, welche nur die Verhältnisse einer oder der andern Grotte darbieten; und in nicht wenigen Fällen

sehen wir uns zur bescheidenen Erkenntniß hingewiesen: keineswegs in alle Geheimnisse von Ursachen und Wirkungen eingedrungen zu seyn.

Mit den Gesteinen der Höhlen stehen die vorhandenen Knochen in keinerlei Zusammenhang. Nie finden sich Ueberreste solcher Thiere, deren Gebeine innerhalb von Grotten liegen, eingeschlossen in den Felsmassen, welche die Räume umgeben; führen diese Petrefakten, so stammen solche stets aus ganz andern geologischen Perioden. In Höhlen begrabene Thierreste sind mithin vom Alter jener Weitungen — ein Verhältniß, dessen wir im Vorhergehenden gedachten — ganz unabhängige Phänomene. Die Höhlen konnten längere oder kürzere Zeit zuvor entstanden seyn, ehe sie bewohnt wurden, oder ehe die Gebeine auf andere Weise hineinkamen; der Schlamm mit Knochen und Gesteinrollstücken ist in den meisten Fällen unvergleichbar jüngern Ursprunges, wie die Grotten. Ein besonders interessantes Beispiel, auf das erst in neuester Zeit durch den französischen Geologen Virlet hingewiesen worden, gewähren die sogenannten Katabothra auf dem Eilande Thermia im griechischen Archipel. Dort kommen nämlich Schlünde vor, in welchen Wasser sich verlieren, um oft an sehr entfernten Stellen wieder hervorzutreten und mitunter zur Bildung von Flüssen beizutragen. Mehrere jener Katabothra bestehen aus größern und kleinern, durch schmale Gänge mit einander verbundenen Räumen, und sind theilweise mit neuem Schlamm erfüllt, mit Pflanzenresten und Knochen von Thieren aus der Nachbarschaft, zuweilen liegen auch Menschengebeine darin, die seit den letzten mörderischen Kriegen in jenen Gegenden über der Erde zerstreut vorkommen. Dieses Alles wurde durch Gußregen griechischer Winter in jene Schlünde geführt. Fänden die Wasser einen andern Weg zum Abflusse, so könnten die Katabothra nicht heutiges Tages noch Raubthieren zu Aufenthaltsorten dienen, welche alsdann Knochenablagerungen anderer Art veranlassen, und zu jenen Ueberbleibseln ganze Gerippe, angenagte Gebeine und Excremente gesellen würden. Tiefer in die befragten Schlünde

vordringend, träfe man wahrscheinlich Knochen jetzt in Griechenland lebender Thiere, mit denen in geschichtlicher Zeit verschwundenen, und mit solchen untermengt, die früher ganz ausstarben.

Bedenkt man die vielartigen Verhältnisse, unter denen Menschen zu einem Aufenthalte von längerer oder kürzerer Dauer in Grotten bestimmt werden konnten, so mußte es nicht unerwartet seyn, auch menschliche Gebeine in jenen Räumen der Tiefe zu treffen, obwohl dieß von Manchen längere Zeit in Zweifel gezogen wurde. Setzen wir den Traditionen, den schwankenden und unbestimmten Berichten, die keine Erwähnung mehr verdienen, Thatsachen entgegen, wie solche in neuesten Jahren durch die schönen Untersuchungen von Marcel de Serres, Jules de Christol, Tournal und andern französischen Naturforschern, so wie durch die dankbare Anerkennung verdienenden Bemühungen des erst kürzlich verstorbenen belgischen Gelehrten Schmerling bekannt wurden. In Höhlen verschiedener Gegenden Frankreichs, in jenen der Provinz Lüttich, kommen Menschengebeine mit Thierknochen, mit thierischen Resten vor, deren Urbilder in der Reihe lebender Wesen nicht mehr vorhanden sind. Sie erscheinen in gleicher Weise, wie diese, abgelagert im Höhlenschlamm, begleitet von Gesteinbruchstücken und von Geschieben; nicht selten findet man mit jenen Menschen- und Thierüberbleibseln zugleich Kunsterzeugnisse verschiedener Art, Bruchstücke alter Waffen und Töpfergeschirre, scheinbare Fragmente alter Graburnen, ferner Armbänder aus gegossenem und gravirtem Kupfer und manche andere Dinge; Hund- und Fuchszähne durchbohrt, ohne Zweifel um als Amulete, als Zaubergehenke getragen zu werden.

Auf die „Sündfluth" lassen sich die befragten Erscheinungen keineswegs beziehen. Sie stehen mit der Behauptung, daß die Menschen nur der letzten geologischen Erdepoche angehören, nicht im Widerspuche. Die menschlichen Gebeine stammen nicht aus gleicher Zeit mit den Resten untergegangener Thiere, in deren Gesellschaft sie sich abgelagert finden; das Miteinandervorkommen so

ungleicher Ueberbleibsel der Denkmale sehr verschiedener Jahrhunderte ist nur ein Zufälliges. — In Grotten lebende Menschen können auf irgend eine Weise darin umgekommen seyn. Es ist an Begräbnisse, an Gefechte und Schlachten, an gar manche andere Ereignisse zu denken. Die Gebeine lagen vielleicht, ehe sie in die Höhlen kamen, in Thälern oder Schluchten; sie wurden durch gewaltsame Ueberschwemmungen den unterirdischen Weitungen zugeführt und hier mit schon vorhandenen Thierknochen gemengt, vorausgesetzt, daß jene Räume früher Wohnstätten von Bären oder Hyänen gewesen. Oertliche Verhältnisse der Grotten, ihre Lage und sonstige Beziehungen müssen über das mehr oder weniger Wahrscheinliche dieser Annahme entscheiden. Die Menschenüberbleibsel, welche sich zum Theil deutlich als von Individuen verschiedenen Alters abstammend ausweisen, Schädel, Zähne und vielartige andere Gebeine von Erwachsenen und von Kindern — was die belgischen Grotten betrifft, ist dieß nach Tiedemanns Zeugniß als ausgemacht anzusehen — fand man im Gemenge mit Bären und Elephantenresten, mit Knochen von Hyänen, Pferden, Schweinen und von wiederkauenden Thieren. Hinsichtlich erlittener Umänderungen ihrer Farbe, ihrer Zersetzungsgrade weichen solche Gebeine im Allgemeinen nicht ab von den damit vorkommenden thierischen. Theils tragen die Knochen Zeichen erlittener Reibung, theils sind sie zerbrochen; Zahnspuren, benagte Stellen werden jedoch gänzlich vermißt. In französischen, wie in den Grotten Belgiens, wurden Menschengebeine, eingeschlossen im Höhlenschlamm, am häufigsten in den tiefsten, engsten Gängen getroffen, in den entlegensten Theilen, in den niedrigsten Räumen; auch an Wände fest gekittet kommen sie vor. Schädel sieht man nach allen Seiten umgeben von Lehm, und in diesem zugleich Bären- und Hyänenzähne; Breccien aus zahllosen Gebeinen kleiner Nagethiere, ferner aus Pferde- und Rhinoceroszähnen bestehend, enthalten außerdem viele Menschenknochen. In einer erst vor wenigen Jahren entdeckten Höhle, unfern Anduze im Gard-Departement, lag ein

Menschengerippe auf der Lehmdecke des Bodens, unterhalb einer vorspringenden Felswand, daneben eine Lampe, und kleine, aus Thon gebrannte Figuren, offenbar der Römerzeit angehörend. Tiefer in der Grotte fanden sich begraben in sandigem Schlamm sehr viele Menschengebeine, jedoch untermengt mit Thierknochen; nur in anderen Abtheilungen des Raumes kamen zahlreiche Bärenreste vor.

In Höhlen der Provinz Lüttich, namentlich in jenen von Goffontaine gestatten, nach Schmerlings sorgsamen Beobachtungen: die Unordnung, in welcher die menschlichen Ueberbleibsel abgesetzt erscheinen; ihr nicht gleicher Erhaltungszustand; die stets wagerechte Lage langer Knochen; die damit gemengten, von den nächsten Felsarten herrührenden Bruchstücke; die Geschiebe durchaus ähnlich den Rollsteinen dortiger Bäche; das Uebereinstimmende der die Gebeine umhüllenden Erde, und jener, welche angrenzende Berge bedeckt; alle diese und noch andere Umstände gestatten nur die Annahme: daß die Ausfüllung der Höhlen durch Wasserströme geschah.

Auch in deutschen Höhlen wurden Menschenreste nachgewiesen. Bemerkenswerth sind Thatsachen, welche die 1834 im Jurakalke der schwäbischen Alp entdeckte Grotte lieferte. Sie liegt beim Dorfe Erpfingen, 2492 Fuß über dem Meere und 1503 Fuß höher, als der Neckarspiegel. Eine bis an die Oberfläche reichende Oeffnung gab zur Auffindung der Grotte Anlaß. Der Schullehrer von Erpfingen war mit Suchen von Wurzeln auf dem sogenannten Höhlenberge beschäftigt. Indem er sich bückte, fiel seine Tabacksdose in eine Felsenkluft; beim Abräumen dreier großen keilförmig in einander gefügten Steine zeigte sich die obere schachtartige Oeffnung einer Höhle, welche bis dahin Niemand in der Gegend kannte; die „Carlsgrotte," — mit diesem Namen wurde jener unterirdische Raum bezeichnet — hat eine Länge von 568 Fuß, und erstreckt sich im Allgemeinen aus Südwest nach Nordost. Höhe und Weite sind nicht besonders bedeutend, auch findet man keine so großen Hallen, wie in anderen Höhlen der schwäbischen Alp; zierliche Tropfstein-

gebilde waren in Menge vorhanden. Wir haben nicht nöthig, das Erstaunen zu schildern, von welchem die jene Grotte zuerst Besuchenden ergriffen wurden, als sie Menschen- und Thierreste zugleich mit Gefäßen und Geräthschaften verschiedenster Art trafen. Auf und in einem etwa 10 Fuß hohen Hügel, nur 9 Fuß unter der Oberfläche, lagen Knochen von Menschen jeden Alters und Geschlechtes, untermengt mit Knochen von Hunden, Kühen, Hasen, Ratten, Iltis und andern Thieren, so wie mit Bruchstücken von Vasen, Waffen und Ringen; ja sogar ein Kamm aus Elfenbein wurde gefunden. Beschaffenheit der Vasen, Verzierungen und Namen, welche sie tragen, so wie Waffen, Ringe und Geräthschaften aus Bronce und Gold, ließen theils auf römische, theils auf germanische Abkunft schließen. Der Entdecker der Höhle will bei seinem ersten Eintritt gegen fünfzig Menschenschädel gezählt haben. — Von den Menschen- und Thierknochen zeigte keiner eine Spur von Ueberrindung; hinsichtlich der Gefäße römischen Ursprungs bestehen aber manche Zweifel. — In nordöstlicher Richtung, nicht weit vom erwähnten Haufwerke, gelangt man zu einer Feuerstelle, aus vier senkrecht eingegrabenen rohen Steinplatten bestehend. Rings umher war der Boden einige Linien hoch mit Holzkohlen bedeckt; ferner lagen hier halbverbrannte Knochen von Hirschen und Schweinen. — Ohne Zweifel wurde die Grotte in neuern Zeiten bewohnt. Es hielten sich, wie man weiß und vielleicht vor etwa sieben Jahrzehnten noch, in der Gegend um Erpfingen Räuber auf; ja es besteht die Sage: „ein Schäfer, welcher bei der Haidkapelle, eine Stunde von unserer Höhle entfernt, gehütet, wäre mit Räubern zusammengetroffen, die ihn, nachdem er Verschwiegenheit gelobt, in eine Grotte geführt und reichlich mit Speise und Trank versehen hatten.“ Erst jenseits der geschilderten Feuerstellen, und weiter gegen das Innere fand man sehr häufig Knochen von Höhlenbären, sowohl von dem größten ausgewachsenen, als von ganz jungen Thieren, auch den vollkommenen Schädel eines Vielfraßes (Gulo spelaeus). Gleich nach Entdeckung der Grotte strömten die Umwoh-

ner in Menge herbei; fast alles Vorhandene wurde zerstört und verschleppt, so daß jetzt außer vielen kleinen Knochen und Zähnen nur noch ein sehr großer Bärenschädel zu sehen ist.

Ehe wir weiter gehen, wollen wir Einiges über den Besuch von Höhlen sagen. Man scheue nie die kleinen Unannehmlichkeiten, die Mühen, die Beschwerden, welche damit verbunden sind. Von Gefahren ist keine Rede; nur wage man sich nicht ohne bewanderte Führer in die „Gewölbe der Unterwelt," viele Räume und Gänge leiten leicht irre, sie führen in Labyrinthe, die oft auf Stundenweite ins Gebirgsinnere sich verlieren; es sind nicht ohne Vorsicht Brücken zu überschreiten, von der Natur gebildet aus Tropfsteinmassen oder durch herabgestürzte Felsenstücke, welche sich gegenseitig stemmten; der Weg führt an schauerlichen, steil sich senkenden Abgründen vorüber. — Die meisten der berühmten und öfters besuchten Grotten wurden, und zum Theil nicht ohne rastlose Arbeit, zugänglicher gemacht, auch sorgte man, wo solches nothwendig, wie in Gruben, durch Zimmerung für Sicherheit gegen Einsturz. Um bedenkliches Klettern zu vermeiden, führen Leitern und in Fels gehauene Stufen abwärts, oder es sind Vorrichtungen angebracht, so daß man mit Stricken in den Abgrund heruntergelassen wird. Die Gänge in gar manchen Grotten haben einen Boden, eben und fest, wie gutes Pflaster; in andern dagegen zeigt er sich felsicht, mit abgerissenen und heruntergestürzten Gesteinstücken bedeckt, mit Blöcken und Schutt wie übersäet. Auf solchem rauhen Pfade ist bald auf-, bald abwärts zu schreiten, und dieß mit größerer Vorsicht, wenn der Weg naß und schlüpfrig ist. Dazu kommen hin und wieder mächtige Aufhäufungen von Sand. Nicht überall sind die Gänge 60 Fuß und höher, wie in der bekannten großen Höhle von Kentucki; sie werden so niedrig getroffen, daß man genöthigt ist, auf den Knieen, selbst auf Händen und Füßen, sich weiter zu schaffen. In gewissen englischen Grotten dürfen sich Besuchende nicht scheuen, im Boote über „unterirdische Flüsse" zu setzen. Wie im beklemmenden

Sarge liegt man im kleinen Fahrzeuge, da die Felsendecke stellenweise sehr tief sich senkt, so daß die Wölbung kaum 2 Fuß Höhe mißt. Bejahrte Frauen dienen in einigen jener Höhlen als Führerinnen; mit ihren brennenden Fackeln erscheinen sie wie die Zauberschwestern in Shakespeare's berühmtem Trauerspiele.

Wir lassen nun eine Uebersicht der bis jetzt bekannt gewordenen wichtigeren Höhlen der Erde folgen. England mache den Anfang.

Höhle von Kirkdale. — Sie wurde im Sommer 1821 beim Straßenbau zufällig entdeckt und bald von Buckland genau untersucht. Sie liegt etwa 25 (engl.) Meilen N. N. O. von der Stadt York zwischen Helmsley und Kirby Moorside, am östlichen Fuß der Hambleton-Hills, am südlichen Ende des Hodge-Beck-Thales, wo dasselbe in das Pickering-Thal mündet, eine Achtel Meile von der Kirche von Kirkdale am Thalabhang, im Oxfordoolit und Coralrag und beinahe 8 Fuß über dem Bett des Hodge-Beck. Der Eingang zur Höhle soll anfänglich sehr schmal und mit Gebirgsschutt verstopft gewesen seyn; jetzt ist er ungefähr 3 Fuß hoch und 5 Fuß breit. Ihre Hauptrichtung ist O. S. O., geht aber mehrmal Zickzack. Sie ist 245 Fuß tief. Im Innern ziehen noch einige schmälere Gänge von unerforschter Ausdehnung. Wo die Höhle an den zwei oder drei Stellen von Spalten durchschnitten ist, kann man darin aufrecht stehen. Das Innere ist mit Stalaktiten verziert. Der Boden ist fast eben und nur durch Stalagmiten unregelmäßig. Weicher Schlamm und Lehm bedeckte den Boden auf eine Tiefe von durchschnittlich einem Fuß. Weder an den Seiten, dem Gewölbe, noch in den Platten war Schlamm zu sehen. Der Lehm ist thonig und etwas glimmerig, so fein, als habe er sich aus einem Schlammwasser abgesetzt; der Kalkgehalt rührt wahrscheinlich von dem aus der Decke tröpfelnden Wasser und den Knochen her. Ungefähr 100 Fuß tiefer in der Höhle wird der Absatz gröber und sandiger. In diesem Schlamm, dem Lehm, der Breccie und den Stalagmiten auf dem Boden und denen, die sich an den Wänden

herunter zwischen den Schlamm und das Bodengestein gezogen, liegen die Knochen, unter denen sich keine abgerollten fanden; Gerölle sind auch nicht aus dieser Höhle bekannt. Von großen Knochen sind nur wenige ganz, die meisten sind in scharfkantige Stücke zerbrochen. Es hat sich kein einziges Skelett vollständig vorgefunden. Buckland führt, wie schon bemerkt, Reste von 23 Thierarten auf: 6 Fleischfresser, nämlich: Hyäne, Tiger, Bär, Wolf, Fuchs, Wiesel; 4 Pachydermen: Elephant, Rhinoceros, Hippopotamus, Pferd; 4 Wiederkäuer: Ochs und drei Hirscharten; 4 Nager: Hase, Kaninchen, Wasserratte und Maus; 5 Vögel: Rabe, Taube, Lerche, eine kleine Ente und ein unbestimmbarer Vogel (vielleicht Schnepfe). Die Reste aller dieser Thiere liegen durcheinander, und von den größten Thieren, wie Elephant und Rhinoceros, ragen welche mit andern in die engsten Schlupfwinkel hinein. Einige Knochen und auch solche von Hyänen zeigen Benagung. Die zahlreichsten Thiere waren die Hyänen; Buckland zählt Reste von nicht weniger als 200 oder 300 Individuen. Tiger, Bär, Fuchs, Wolf und Wiesel sind sehr selten. Nach den Hyänen waren die Wiederkäuer am zahlreichsten; es sind ungefähr zehn Mahlzähne von Elephanten bekannt, die sehr jung gewesen seyn mußten; von Hippopotamusmahlzähnen kannte Buckland deren sechs; Rhinoceroszähne sind weniger selten; es sind wahrscheinlich zwei Ochsenarten angedeutet; die Zähne von Wasserratten sind überaus zahlreich; wahrscheinlich hat dieses Thier in Menge an den Ufern des Sees gelebt, der, wie die Gestalt der Gegend es wahrscheinlich macht, früher hier vorhanden war. Buckland glaubt aus seinen Beobachtungen über diese Höhle folgern zu dürfen, daß sie während einer langen Reihe von Jahren von Hyänen bewohnt war, welche die andern Thierkörper, deren Reste man darin vorfindet, hineingeschleppt haben. Sie hätten alle diese Thiere, auch Wasserratten, Mäuse und Vögel verzehrt und wären auf sich selbst losgegangen, was mit dem Hyänencharakter wohl verträglich ist. Beim Zerbeißen der Knochen mit ihren

scharfen Zähnen hätten nothwendig Knochenfragmente auf den Boden fallen müssen. Das Vorkommen des in der alten materia medica bekannten album graecum, Excremente von Hyänen, ist ihm eine weitere Stütze für seine Ansicht. Indeß kommen ganz dieselben Erscheinungen auch bei andern Höhlen vor, ohne daß man annehmen könnte, daß sie von Hyänen oder von den Thieren bewohnt gewesen wären, deren Reste darin abgelagert sind, was also gerade nicht unumgänglich nöthig ist. Vielleicht sind einige Reste von Fuchs, Wiesel, Maus und Vogel später in die Höhle gerathen. Der Arbeiter jedoch, der zuerst die Höhle betrat, sagte aus, daß er keine Knochen auf der Oberfläche habe liegen gesehen. Es fand sich aber doch ein Rattenskelett, das unbezweifelt noch nicht lange darin lag. Am meisten müssen wohl die Reste der großen Pachydermen in der Höhle auffallen. Sie sind nach Buckland's Ansicht natürlichen Todes gestorben und von den Hyänen in die Höhle gebracht worden.

Höhle von Kirby Moorside. — In der Nähe der Höhle von Kirkdale liegt die Höhle von Kirby Moorside. Sie ward beim Betrieb eines Steinbruches in demselben Kalkstein wie zu Kirkdale am nördlichen Ende der Stadt und auf der rechten Seite eines engen Thals, Manor Vale genannt, aufgeschlossen. Die Oeffnung liegt in der Mitte des Steinbruchs nahe am Boden, führt in den Hügel und wird wenig Schritte vom Eingang von einer breiten Spalte durchschnitten. Dieser Durchschnitt bildet, wie in der Höhle von Kirkdale, den geräumigsten Theil und verzweigt sich in kleinere unzulängliche Adern. Außen war die Höhle, als sie geöffnet wurde, ungefähr einen Fuß hoch und sechs breit, und ihr ganzer Boden mit einer gleichförmigen Masse thonigen Lehms überdeckt, dem von Kirkdale genau ähnlich. Dieser sechs Fuß tiefe, mit Stalagmiten überzogene Lehm enthält, wie die Höhle überhaupt, keine Knochen; Stalaktiten zieren mit ihren fantastischen Formen das Gewölbe und die Wände der Höhle. — Ungefähr eine Meile östlich von Kirby Moorside, an der „the Back of the

Parks" genannten Stelle liegen andere Steinbrüche mit kleinen Höhlen und vertikalen Spalten, die mit demselben Diluviallehm, wie der Boden der Höhle von Kirkdale, ausgefüllt sind. In dem obern Theil dieser Spalten wurden 1786 einige Menschenskelette, wahrscheinlich aus späterer Zeit, gefunden. — Die in Duncombe Park entdeckte Spalte ist wahrscheinlich auch erst später mit postdiluvialen Anschwemmungen angefüllt worden, die gut erhaltene Knochen noch existirender Arten umschließen; sie kann daher zur Erläuterung autediluvialer Spaltausfüllungen dienen.

Höhle von Banwell. — Sie ist im September 1825 von einem Namens Beard entdeckt und von Bertrand-Geslin beschrieben worden. Die Höhle liegt gegen den Gipfel eines Berges aus Bergkalk, welcher zur Gebirgsgruppe, Mendip genannt, gehört; in W. N. W. vom Flecken Banwell (Sommersetshire). Von der Oberfläche steigt man auf einer in den Felsen gehauenen Stiege 10 Fuß tief in einen kleinen Saal von ungefähr 10 Fuß Breite, den Vorsaal der Höhle, aus dem man in einen zweiten Saal, 30 Fuß breit, 45 Fuß lang und 10 Fuß hoch, die eigentliche Höhle, gelangt. Beim Eingang in diesen großen Saal geht eine vertikale Spalte, 7 bis 8 Fuß breit, vom Boden in die Decke. Am andern Ende der Höhle steigt man in einen 30° geneigten, 45 bis 50 Fuß langen und vorn bei seinem Eingang 10 Fuß hohen Gang, der so eng ist, daß man nur auf den Knieen in eine kleine Kammer gelangen kann, durch die es möglich ist, weiter vorzudringen. Diese Höhle ist von W. nach O. gerichtet. Der rothe Thonschlamm scheint durch die Vertikalspalte und das Loch der Stiege von außen plötzlich in die Höhle und ihre Kammern und Gänge hereingedrungen zu seyn. Unter den Knochen herrschen die von Pflanzenfressern, nämlich von einem großen Ochsen und Hirsch, vor. Es ist nur ein großer Schädel von einem Bär gefunden worden. Blainville erkennt unter den Knochen: zwei Species von Wiederkäuern mit Hörnern, eine mit Geweih, zwei Fleischfres-

ser, einen von der Gestalt des Wolfes, den andern von der des Fuchses.

Höhle von Hutton. — Fast auf dem Gipfel der Mendip-Hills, südlich vom Dorfe Hutton bei Banwell, ungefähr 3 bis 400 Fuß über der See, stehen Gruben, auf Ocher in Betrieb der Spalten ausfüllt, die sich im Bergkalk verzweigen. In der Tiefe von 8 Yards (à 3 Fuß) geriethen die Werkleute dabei auf eine Höhle von ungefähr 20 Quadratfuß und 4 Fuß Höhe. Der Boden der Höhle bestand aus gutem Ocher mit einer Menge weißer Knochen bedeckt, die auch in der ocherigen Masse sich vorfanden. Stalaktiten waren am Gewölbe. Auf dem Boden an einer Seite war eine ungfähr 3 Quadratfuß große Oeffnung, welche durch einen 18 Yards langen Gang in eine zweite, 10 Yards lange und 5 breite Höhle führte; Gang und Höhle waren mit Ocher und Knochen ausgefüllt. Ein anderer Gang von ungefähr 6 Quadratfuß verzweigte sich aus dieser Kammer ungefähr auf 4 Yards; er war mit röthlichem Ocher und abgerundeten Kalksteinfragmenten angefüllt; in dieser Masse lagen mehrere große Knochen und Zähne von Elephanten. Die Reste aus dieser Höhle gehörten Elephant, Rhinoceros, Ochs, Pferd, zwei Hirscharten, Hyäne, Bär, Schwein und Nagern an, ein fast vollständiges Fuchsskelett lag dabei. Diese sind in die Höhle entweder vom Diluvialwasser hingeschwemmt oder früher hineingefallen. — Auf dem Gipfel des Sandford-Hill, östlich von Hutton, sind in losem Gerölle auch Elephantenknochen gefunden worden. Williams, der im Juni 1831 in der Königl. Gesellschaft über die Fossilen der Höhlen in den Mendip-Hills Mittheilung machte, hält die Menschenreste für celtischen Ursprungs.

Höhle bei Derdhamdown. — In dieser Gegend, in der Nähe von Clifton, entdeckte Miller von Bristol eine Höhle im Bergkalke. Es haben sich darin Pferdereste vorgefunden.

Höhle von Balleye — Während des Betriebs eines Bleibergwerkes fand man im Jahre 1663 in einer

Höhle im Bergkalke zu Balleye bei Wirksworth (Derbyshire) Knochen und Zähne von Elephanten.

Traumhöhle bei Wirksworth. — In derselben Gegend beim Weiler Callow, ungefähr eine Meile von Wirksworth nach Hopton hin, ist man in einem Bleibergwerk auf eine Höhle gerathen, aus der ein beinahe vollständiges Rhinocerosskelett mit einigen Resten von Ochsen und Hirschen gefördert wurde. Diese Höhle, auf die die Bergleute im December 1822 stießen, liegt in festem Bergkalk und ist mit thoniger Erde und Steinfragmenten angefüllt. Fast in der Mitte der Masse und mehrere Fuß über dem jetzigen Boden der Höhle lagen die einzelnen Theile des Rhinocerosskelettes sehr nahe beisammen. Von einem zweiten Rhinoceros fand sich nichts vor. Die Knochen sind gut erhalten. Es hat sich nachher gefunden, daß die Höhle eine Oeffnung nach außen hatte, durch die der Diluvialschlamm und Felsstücke mit den Thierresten, das Rhinoceros vermuthlich als Cadaver hineingeschwemmt wurden. Stalagmiten fanden sich keine, und von Stalaktiten nur Spuren vor. — In diesem Distrikte von Derbyshire liegen noch viele Höhlen und eine Menge Spalten, welche mit ähnlichem Diluvialschlamm und Steinfragmenten angefüllt sind, aber keine Knochen enthalten. In der Fox Hole liegen nicht einmal Gerölle oder Steinfragmente, vielleicht aus dem Grunde, weil darin keine Spalte aufwärts zur Oberfläche führt.

Drei Höhlen zu Oreston bei Plymouth. — Die erste Knochenablagerung zu Oreston ist von Ew. Home und Whidby beschrieben. Die Höhle ist 15 Fuß weit, 12 hoch und 45 lang und ungefähr 4 Fuß über dem hohen Wasserstand gelegen. Sie war mit festem Thon angefüllt, in welchem Knochen und Zähne lagen, die sehr zerbrochen und nicht im geringsten abgerieben waren, und wie Home versichert, sämmtlich einer Rhinocerosart angehörten. Im Jahr 1820 entdeckte man, 120 Yards von der vorigen entfernt, eine kleinere Höhle 1 Fuß hoch, 18 weit und 20 lang und 8 Fuß über dem hohen Wasserstand, worin keine Stalaktiten sich vorfan-

den. Nach Home gehören die Knochen darin Rhinocerossen, Hirschen und Bären an. Sodann entdeckte man in demselben Hügel mitten im Bergkalk 1822 eine ungeheure Ablagerung von Zähnen und Knochen, die in einer ähnlichen erdigen Mutter, wie die früheren lagen. Diese Stelle wurde von Buckland untersucht. Er fand die 90 Fuß hohe Wand des abgebauten Hügels von großen unregelmäßigen Spalten und Hohlungen durchsetzt, welche mehr oder weniger mit Lehm, Sand oder Stalaktiten angefüllt waren. Einige dieser Spalten und Höhlen des Bergkalkes standen mit naheliegenden Höhlen in Verbindung, andere lagen vereinzelt; einige steigen vertikal zur Oberfläche auf, andere krümmten sich nach allen Richtungen durch den Felsen. Das Vorkommen von Spalten und Höhlen, welche mehr oder weniger mit Schlamm, Sand, Steinfragmenten und Stalaktiten angefüllt sind, ist in den Kalksteinfelsen dieses Distrikts allgemein, während Knochen nicht in allen liegen. Die Höhle Kent's-Hole und andere bei Babicombe und Torbay sind notorische Beispiele hierfür. Zwischen Höhlen und Spalten ist hier gar kein Unterschied, nur daß man bei ersteren die Ausfüllung von oben deutlicher wahrnimmt. Der erdige Schlamm des Diluviums von Plymouth ist von dem der Höhle von Kirkdale etwas verschieden, was von der Zerstörung von Schichten verschiedenen Charakters herrührt. Er ist loser, röther und weniger geeignet, die Knochen vor der zerstörenden Einwirkung der Luft und des Wassers zu schützen; er gleicht dem der deutschen Höhlen und Spalten und der Breccie von Gibraltar. In einer der schiefen Oeffnungen im Felsen zu Oreston, wie er jetzt beschaffen ist, ungefähr 40 Fuß über dem Boden des Steinbruches, fand man eine Anhäufung von Knochen, Schädeln, Hörnern und Zähnen. Whidby hat sie von unten durch andere Höhlen aufwärts zur Oberfläche verfolgt. Diese Knochen scheinen von oben zugleich mit dem Schlamm und den Kalksteinfragmenten eingeschwemmt und von Höhlungen aufgenommen worden zu seyn, welche dazu hinlänglich geräumig waren. Sie lagen alle ohne Ordnung, zer-

brochen, nicht abgerieben, durcheinander. Knochen von Wolf und Pferd waren von Zähnen des Wiesels benagt; und hier sieht sich Buckland genöthigt, anzunehmen, daß dieses geschah, ehe sie vom Diluvialschlamm ergriffen wurden. Die Knochen sind sehr zerbrechlich und werden beim Trocknen etwas fester und weißer. Sie enthalten weniger thierischen Leim, als die Knochen von Kirkdale, einige sehen sehr krankhaft aus. Cliff fand am Mittelhand- und Mittelfußknochen eines Ochsen eine brandige Vergrößerung, wahrscheinlich in Folge eines Schlages oder Stoßes, so wie Höhlung und Geschwulste von Geschwüren an beiden Unterkieferhälften eines Wolfes. Nach Cliff's Untersuchung kommen Reste folgender Thiere zu Oreston vor: Hyäne, dieselbe Art, wie die zu Kirkdale, 5 oder 6 Individuen; Wolf, vom lebenden nicht unterscheidbar, 5 Stück; Fuchs, Pferd, 12 Stück; Ochs, 12 Stück verschiedener Art; Hirsch, 2 oder 3 einer kleinen Art; keine Spur von Bären oder Rhinocerossen. Cottle fand auch Zähne von Tiger; er zählt im Ganzen 18 Kiefer von Pferd, 2 von Ochs, 2 von Hyäne, 2 von Hirsch, 5 von Wolf; von Zähnen: 188 von Pferd, 26 von Ochs, 9 von Hyäne, 2 von Tiger, 5 von Wolf, 35 von Hirsch, 50 von Ochs oder Hirsch; an Knochen 300 breite und schmale, hauptsächlich von Pferden.

Höhle von Crawley-Rocks bei Swansea. — Im Kirchspiel Nicholaston, an der Stelle, welche „Crawley-Rocks“ genannt wird, in der Oxwich-Bay, ungefähr 12 (engl.) Meilen S. W. von Swansea, wurde 1792 in einem Kalksteinbruch eine Höhle von den Werkleuten zufällig im Bergkalk entdeckt. Man kennt daraus Zähne und Knochen von Elephant, Rhinoceros, Ochs, Hirsch und Hyäne; sie besitzen ocherige Inkrustation. Diese Höhle ist jetzt ganz weggebrochen.

Höhlen von Paviland. — An der Küste von Glamorganshire, 15 (engl.) Meilen westlich von Swansea, zwischen der Oxwich-Bay und dem Worms-Head, sind neulich zwei geräumige Höhlen entdeckt worden. Auf die See hinaussehend, liegen sie in den Kalkstein-

klippen, welche über 100 Fuß sich lothrecht über die Mündung der Höhlen erheben. Sie sind daher nur von der See aus zu sehen und zu besuchen. Die eine derselben, Goats-Hole genannt, ist vom Landmanne der Gegend wegen ihres Knochengehaltes lange gekannt. Ihr Boden liegt 30 oder 40 Fuß über dem Hochwasser, so daß die Wellen bisweilen hineinschlagen, darin 3 bis 4 tiefe Weiher unterhalten und Gerölle hinein führen. Der Boden der Höhle steigt steil im Berg an; die See kann daher nur bis zu einem Dritttheil der Tiefe in die Höhle hineinschlagen; die andern zwei Dritttheile sind von der jetzigen See nicht berührt, und diese Strecke des Bodens der Höhle ist mit röthlich gelbem Lehm bedeckt und mit eckigen Kalksteinstücken, Meerconchilien, die alle jetzt noch am angränzenden Ufer leben und eßbar sind, und Zähnen und Knochen folgender Thiere untermengt: Elephant, Rhinoceros, Bär, Hyäne, Wolf, Fuchs, Ochs, zwei oder drei Hirscharten, Wasserratte, Schaf, Vogel und auch Theile von einem weiblichen Menschenskelett. Diese, so wie die Reste von Wasserratte, Schaf und Vogel, sind post-diluvisch. Nur an einer Stelle in der Höhle kommen Stalagmiten oder Stalaktiten vor. Kein großer Knochen ist ganz, und an keinem Knochen zeigt sich Benagung oder Abrollung. Alte und verhältnißmäßig neue Knochen liegen in dieser Höhle durcheinander gemengt, was vom öfteren Umwälzen des Bodens herrühren wird. War diese Höhle früher von Menschen besucht? Vielleicht von den alten Britten, von denen man unmittelbar über der Höhle Reste eines ehemaligen Lagers findet. Buckland erklärt mit dieser Annahme manche Erscheinung in der Höhle und glaubt, daß die Umkehrung des Lehms und Vermengung älterer mit neueren Knochen in Folge von Nachsuchungen nach Elfenbein*) geschah. Es ist unmöglich, daß die Elephanten durch den Eingang in die

*) Die alten Britten verfertigten Stäbe und Ringe daraus, die man anderwärts verschüttet findet.

Höhle gekrochen seyen, wo ihre Reste nun liegen. Die Decke der Höhle dehnt sich nach oben unregelmäßig aus, zieht sich zusammen und endigt in der Seite der Klippe. In den seitlichen Aushöhlungen dieses krummen Weges in der Höhle liegen neuere Thierreste von Vögeln, Ratten, Fischen und Landconchilien. — Ungefähr 100 Yards weiter westlich liegt eine andere Höhle, der vorigen ganz ähnlich. Sie ist überall von festem Fels umschlossen; nur der Boden des breiten Eingangs ist dem Niveau der See gleich und beständig unter Wasser. Sie zieht sich nach dem innern Ende und aufwärts nach der Decke hin allmählich zusammen, und endigt mit einer Kalkspathader; die Höhle selbst scheint wirklich nur eine Ausweitung dieser Ader zu seyn. Unter einer Schicht von kleinen Seegeschieben liegen in einem ähnlichen thonigen Lehm und unter Kalksteinfragmenten, wie in der Goats-Hole, eine etwas zahlreichere Anhäufung von Thierresten, Knochen und Zähnen von Ochs, Bär, Pferd und Hirsch. Wahrscheinlich ist der ganze Boden unter dem Gerölle mit dieser Diluvialmasse bedeckt, welche ähnlichen Alters und Ursprungs wie die der Goats-Hole seyn wird.

Nach den Beobachtungen von Philipps in der Gegend von Ferrybridge liegen zu Knothingley und Brotherton in einem Bittererdekalk Spalten und Höhlungen, die mit Landsäugethierreste umschließendem Thon und Gerölle angefüllt sind.

Spalten bei Boughton. — In den großen Steinbrüchen von Boughton fand John Braddick, ungefähr drei Meilen südlich von Maidstone, Kieferknochen, Zähne und Knochenfragmente von einer großen Hyäne und wahrscheinlich von Ochsen und Pferden. Sie liegen innerhalb eines Raumes von wenigen Fuß in einem der vielen Risse und Klüfte, die man dort zwischen den Felsschichten sieht, die aus Kentishrag, Kalk, Grünsand und Waldthon bestehen. An den Seiten mehrerer dieser Risse finden sich Oeffnungen von verschiedener Größe, von denen einige sich zu Höhlen erweitern. Zwei solcher Höhlen sind kürzlich an der Nordseite des Thales

bei Boughton-Mount entblößt worden. Die Klüfte sind mit dem Diluviallehm ausgefüllt, welcher mit jenen in Verbindung steht, der die Felder bedeckt. Die Knochen lagen ungefähr 15 Fuß tief in der Spalte und scheinen hineingeschwemmt worden zu seyn.

In Frankreich beginnen wir mit den

Höhlen von Lunel-Vieil (Hérault). — Diese Höhlen liegen sämmtlich im Hügel von Mazet, vier kleine Stunden östlich von Montpellier, eine Viertelstunde vom Dorfe Lunel-Vieil und 15 bis 18 Meter über dem mittlern Wasserstand des ungefähr 8 Kilometer vom Mittelmeer entfernten Teichs von Mauguie. Sie befinden sich im tertiären Moellonkalk. Es sind drei Höhlen, die alle in die Gärten des Herrn Gautier münden. Die eine, der schmale, krumme Gang (le couloir) genannt, ward zuerst entdeckt. Dieser Gang ist ungefähr 50 Meter lang, von 2 Meter mittlerer Breite, und nicht über 4 Meter hoch. Im rothen Bodenschlamm liegen eine Menge Knochen von Fleischfressern und Pflanzenfressern durcheinander, und auch am Eingang haben Kalkstalagmiten einige Knochen gefesselt. Die zweite ist „die große Höhle,“ 1824 entdeckt und zuerst genauer untersucht. Sie besteht in einem geräumigen Stollen, dem ein ungefähr 150 Meter langer, 10 bis 12 Meter breiter und 3 bis 4 Meter hoher Vorsaal vorhergeht. Man sieht, daß die Bodenlage durch von Norden nach Süden strömendes Wasser hineingeführt wurde. Diese Höhle scheint nach zwei verschiedenen Richtungen getheilt. Man gelangt in diese Höhle durch einen künstlichen Eingang, der natürliche ist noch nicht gefunden, liegt wahrscheinlich am nördlichen Ende und wird verstopft und verschüttet seyn. Die dritte, 1827 entdeckte Höhle ist wieder ein schmaler, krummer Darm, der auf eine Strecke von 70 bis 80 Meter kaum zu durchgehen ist. Der übrige, wie es scheint, beträchtliche Theil ist vor ungeheuren Felsblöcken und Sand ganz unzugänglich. Die zwei ersten dieser drei Höhlen enthalten die meisten Knochen. Sie sind theilweise mit einem Schlamm angefüllt, der bald sandig, bald mit Geröllen und Knochen unter-

mengt ist. Gewöhnlich ist der untere, geröllehaltige Schlamm frei von Knochen, man findet nur Haifisch-zähne und Meerconchylien darin, die aus den früher entstandenen tertiären Formationen herrühren. Der darüberliegende obere Schlamm ist zähe, deutlich roth und frei von allen Beimengungen, oder sandig und geröllehaltig, bisweilen geschichtet. Im eigentlichen Sande finden sich keine Knochen; faustgroße Gerölle zeigen in den Schichten des unteren Schlammes die Gegenwart von Knochen an. Die Knochen liegen gewöhnlich gegen die Wände an den niedrigsten Stellen, zuweilen aber auch in unregelmäßigen Lagen, im röthlichen, steinigen Schlamm. Der Schlamm und das Diluvium, in der Höhle Knochen umschließend, besitzt mit der Masse der Knochenbreccien und dem Diluvium der Gegend die größte Aehnlichkeit und enthält dieselben Gerölle; ganz dieselben Anschwemmungen füllen in der Nähe Bergspalten aus. Im rothen Schlamm liegen die Knochen, ohne Rücksicht auf Art, Geschlecht oder Familie, von den übrigen Theilen ihres Skeletts oft weit entfernt, untereinander und oft mit Excrementen von Hyänen und Hunden, dem album graecum, zusammen. Nur wenige dieser Knochen haben ein etwas abgerolltes Ansehen, meist sind sie nur zerbrochen. Die vielen, oft sehr tiefen Risse in den Knochen der Fleischfresser wie der Pflanzenfresser scheinen anzuzeigen, daß diese Knochen, eine Zeitlang von ihrem Fleisch entblößt, der Luft ausgesetzt waren, ehe sie in die Höhlen geführt und darin abgelagert wurden; auch sind die Knochen, welche dieser zerstörenden Einwirkung am besten widerstehen, am zahlreichsten. Die Tiefe des Schlammes in den Höhlen ist noch nicht ermittelt, übersteigt aber gewiß Menschenhöhe. Die Thierarten, deren Knochen in diesen Höhlen liegen, sind vom verschiedensten Alter, die ganz alten indeß sind die zahlreichsten; keines zeigte einen Fötuszustand an. Die fossilen Knochen rühren von Landsäugethieren, von Vögeln und Reptilien her; mit ihnen werden die dabei vorfindlichen Landconchylien gleichen Alters seyn. Es lassen sich 32 bis 33 Arten Landsäugethiere

annehmen, nämlich ungefähr 14 Arten Fleischfresser und 19 Pflanzenfresser; letztere bestehen aus 5 Nagern, 7 Pachydermen und 7 Wiederkäuern. Die Hirsche, Ochsen, Pferde, Hunde und Katzen sind an Individuen am zahlreichsten; der Dachs ist unter den Fleischfressern und der Biber unter den Nagern am seltensten. Diese Höhlen sind die an Fleischfressern reichsten in Frankreich. Nach den Hyänen sind die Katzen und dann die Hunde am zahlreichsten. Außer einer Dachsart kennt man daraus von Fleischfressern drei Arten Hyänen, zwei Arten Hunde und fünf Arten Katzen. Abgesehen von den Hirschen, Ochsen und Pferden, sind die Schweine (sus) weniger selten, Rhinoceros ist weniger häufig. Die Nager, Ratten, Hasen, Kaninchen oder Biber sind ziemlich selten. Die Hirsche, Ochsen, Pferde und Hyänen finden sich in diesen Höhlen überhaupt am häufigsten, die Bären sparsam. Die Vögel sind gering an Arten und Individuen; die Reptilien dagegen, nur Testudo, sind gerade nicht an Arten, aber an Individuen zahlreich; ihre Arten sind denen analog, die noch auf dem Boden leben, unter dem sie vergraben sind. Dasselbe gilt von den Landconchylien; eine Cyclostome gleicht der C. elegans und ein Bulimus dem B. decollatus sehr. Aus diesen Höhlen sind auch noch Wirbel kleiner Süßwasserfische und Insektenreste noch mit ihrer Färbung zu gedenken. Diese wirklich fossilen, nie auf der Oberfläche des Schlammes oder Diluviums liegenden Knochen sind von den frischen, nur oben aufliegenden Knochen von Hunden, Füchsen, Hasen, Schafen, Hühnern und anderen Thieren, welche später hineingerathen und sogar von Arbeitern hineingetragen wurden, zu unterscheiden. Sowohl Knochen von Fleischfressern als von Pflanzenfressern zeigen Benagung. Es ist nicht wahrscheinlich, daß erstere letztere in diesen Höhlen verzehrten; vielmehr vereinigen sich alle Umstände dahin, daß die Thiere in der Gegend lebten, deren einzelne Knochen später durch eine Fluth zusammengeführt wurden, welche die niedrigern Höhlen ganz erfüllte und in den größeren nur bis zu einer gewissen Höhe stand. De Christol und Bravard sind

nicht ganz dieser Meinung, indem sie glauben, daß nicht allein Wasserströmungen, sondern auch mehrere Generationen von Hyänen die Thierreste in diesen Höhlen anhäuften. M. de Serres, Dubrueil und Jean Jean haben bis jetzt die Ueberreste folgender Thiere genauer beschrieben: Hyaena spelaea, H. intermedia, H. prisca, Ursus spelaeus, U. artoideus, Meles vulgaris (fossilis), Mustela (antiqua), Lutra (antiqua), Canis familiaris (fossilis). Canis vulpes (fossilis [C. spelaeus minor?]). Die Vermuthung von Kameelknochen war nach Buckland ungegründet; derselbe findet große Aehnlichkeit zwischen diesen Höhlen und den englischen.

Höhlen von Bize. — Die unter dem Namen der Grotten von Bize oder von Las Founs (Aude) bekannten Höhlen in der Gegend von Narbonne hat Tournal der Sohn entdeckt. Es sind deren eigentlich nur zwei. Sie bieten die seltene Erscheinung der Vereinigung des knochenführenden Schlammes mit Knochenbreccie an demselben Ort und unter denselben Umständen dar, daher beide gleicher Entstehung seyn werden. Die Eingänge zu diesen Höhlen sind sehr geräumig und gestatteten dem Schlamm und den Knochen, sich leicht und in Menge darin anzusammeln. Viele Knochen liegen nicht allein im Schlamm, sondern sind auch am Deckengewölbe und an den Seiten befestigt. Ein verhärteter Mergel verkittet sie fest mit wenig veränderten Landconchylien, die noch Färbung zeigen. Tournal glaubt, daß die Ausfüllung hier später geschah, als in den Höhlen des Garddepartements. Diese Höhlen liegen in Jurakalkstein, dessen obere Lager sie durchsetzen, und sind von Westen nach Osten gerichtet. Die Oeffnung der einen mißt ungefähr 8 Meter und liegt 16 Meter über dem Boden. Das Innere besteht eigentlich nur aus einem einzigen Saal, gegen 100 Meter lang. Das Gewölbe ist trocken und ohne Stalaktiten. Der ziemlich ebene Boden besteht aus zwei übereinander liegenden Gebilden. Zu unterst liegt ein rother Thon an einigen Stellen der Wände so fest wie die rothe Knochenbreccie. Darauf liegt ein fett anzufühlender schwar-

zer Schlamm, auf der Oberfläche mit salpetriger Auswitterung. In beiden Gebilden liegen Gerölle von Jurakalk und Sandstein, doch etwas weniger abgerollt, als im Diluvium der Umgegend, und Knochen derselben Thierarten. Der rothe Thon gibt beim Erwärmen kohlensaures Ammoniak und schwärzt sich stark; der schwarze Schlamm, ebenso behandelt, kohlensaures Ammoniak und stark riechendes, animalisch-empyreumatisches Oel. Die Knochen aus letzterem Gebilde enthalten etwas mehr thierische Materien, als die aus ersterem. In beiden Schichten liegen sie von jeder Art und von jedem Alter zusammen. Im schwarzen Schlamme kommen mit einer unermeßlichen Menge Reste untergegangener Thierarten Knochen und Zähne von Menschen, Bruchstücke von roher Töpferwaare und von Menschenhänden bearbeitete Knochen zusammen vor, so daß es wahrscheinlich ist, daß Menschen mit diesen untergegangenen Thierarten gleichzeitig gelebt haben; sie liegen namentlich mit Resten von Arten aus der Abtheilung der Anoglochis zusammen. Die Knochen sind meist zerbrochen und mit Rissen bedeckt, woraus man schließen kann, daß sie schon vom Fleisch getrennt waren, als sie mit dem Schlamm und den Geröllen fortgeführt wurden. Das Album graecum, welches Dumas und Tournal darin fanden, rührt nicht von Hyänen, sondern blos von Wölfen und Hunden her. Es sind bis jetzt Reste folgender Thiere in dieser Höhle gefunden. Fleischfresser: Vespertilio murinus, Lin., V. auritus, Lin., Ursus arctoideus. Canis lupus, Lin., C. vulpes, Lin., Felis serval, Lin.; Nager: Lepus timidus, L. cuniculus, Lin.; Mus campestris; Pachydermen: Sus scrofa, Lin., Equus caballus, Lin.; Wiederkäuer: Cervus Destremii, C. Reboulii, C. unbestimmte Art, Capreolus Tournalii, Cap. Leufroyi, Cap. unbestimmte Art, Antilope Christolii, Capra aegagrus, Bos taurus, Lin., B. urus, Lin.; Vögel: eine Art von der Gestalt der Eule, eine Art von der Gestalt des gemeinen Sperbers, eine Art von der Gestalt des gemeinen Fasans, eine Art von der Gestalt unsers Rebhuhns, eine Art von der Gestalt unserer ge-

wöhnlichen Taube, eine Art von der Gestalt des Schwans; Meermollusken: Natica millepunctata, Buccinum reticulatum, Pectunculus glycimeris, Pecten Jacobaeus, Mytilus edulis; Landmollusken: Helix nemoralis, H. hortensis, H. lucida, H. nitida, Bulimus decollatus, Cyclostoma elegans. Marcel de Serres und Tournal haben ein Werk in Manuscript über die Höhle von Bize bereits der Akademie in Paris übergeben.

Höhle von Fauzan &c. — Pitorre hat von 30 Höhlen, welche er im Flötzkalke der die beiden Ufer der Celse begrenzenden Berge vorgefunden, fünf auszubeuten angefangen und eine Menge Knochen erhalten, welche mit Töpferwaare und andern Artefacten gemengt waren. In der Höhle von Fauzan, in Südwesten des Héraultdepartements, einige Kilometer nördlich von der kleinen Stadt Bize, fanden sich hauptsächlich Knochen von Ursus spelaeus, U. arctoideus, auch von Hirschen, Schildkröten, Vögeln und Menschen mit rohem unvollständig gebranntem Töpfergeschirre in einem röthlichen Schlamm, der außerdem gerollte und scharfkantige Gesteinsstücke umschließt. Die meisten Knochen sind zerbrochen und an den Bruchkanten gerundet. Die Reste sind sicherlich von außen in die Höhlen geführt worden. De Christol fand auch darin Reste seines Ursus Pitorrii. Diese neuen Höhlen liegen am Fuß der Kalkkette. Pferde, denen der größte Theil der Reste aus den Höhlen von Bize angehören, haben, wiewohl beide Gegenden nur einige Stunden von einander entfernt liegen, sich nicht vorgefunden, weshalb Marcel de Serres glaubt, daß die Gegend von Pitorre's Höhlen ehemals mit Wald bedeckt gewesen, worin Bären hauseten, während die Pferde in den großen Sümpfen und Ebenen der Gegend von Narbonne lebten. Von diesen 5 Höhlen liegen 3 auf der rechten und 2 auf der linken Seite der Celse. Die erste heißt im Lande „Baume d'Aldenne;" Gesanne, der im Schlamm Töpferwaare fand, nennet sie „Baume de la coquille." Die zweite Höhle wurde „Baume rouge" genannt. Die dritte heißt „Baume de Marcouire."

Höhle von Sallèles-Cabardès. — Sie ward

von Marcel de Serres und Pitorre beschrieben und liegt im Celsethal (Dept. de l'Aude), welches in das Clamousthal mündet, ungefähr 5 Stunden von den Höhlen der Celse oder von Sausan, und 8 bis 9 Stunden von den Höhlen von Bize, am östlichen Abfall des Hügels, woran das Dorf Sallèles gebaut ist, in einer Art Uebergangs- oder Flötzmarmor. Die Oeffnung der Höhle, ungefähr 90 Meter über dem Thalweg der Celse liegend, mag 6 Meter hoch seyn; durch sie steigt man unmerklich nach 30 bis 40 Meter Entfernung östlich durch krumme Gänge von geringer Höhe in mehr oder weniger geräumige und mit Stalaktiten und Stalagmiten verzierten Säle hinab. Im ersten Saale liegen die Felsfragmente sehr zahlreich, in den darauf folgenden sind sie seltener; sicherlich sind sie mit dem damit vermengten Schlamm und den Knochen von Außen hineingeführt, was eine Spalte in einem Gang am Ende des ersten Saals, durch die dieser Schlamm bis auf den Boden der Höhle gekommen zu seyn scheint, wahrscheinlich macht. Die Knochen sind zerbrochen, aber nicht abgerundet, weßhalb sie nicht weit hergeführt, aber heftig angeschlagen seyn werden. Die Knochen aller Thiere liegen vom verschiedensten Alter ohne Ordnung untereinander. Sie enthält fast dieselben Thierarten, wie die Höhle von Bize, und auch grobes Geschirre von ungeschlemmter, weder am Feuer getrockneter, noch gebrannter, sowie auch von gebrannter geschlemmter Erde, wie zu Bize. Diese Geschirre mit anderen Fabrikaten und mit von Menschenhänden bearbeiteten Knochen sind mit untergegangenen Thierarten vermengt. Hirsche und Pferde charakterisiren auch diese Höhle. Fleischfresser finden sich selten, keine, die gewöhnt sind, ihre Beute in Höhlen zu tragen. Von Hyänen hat man nur einen Zahn und zwei Klumpen Album graecum angetroffen. Der Schlamm der Höhle, gewöhnlich thonig-kalkig, ist fett und milde, scheint nicht unter 2 bis 3 Meter mächtig zu seyn, umschließt wenig Gerölle, viel scharfkantige Felsstücke von bisweilen Kopfsgröße, und ist an knochenreichen Stellen schwärzlich. Die Höhle von Sallèles ist nicht die einzige

im Clamousthal, denn es scheinen andere näher oder entfernter von Villeneuve-les-Chanoines zu liegen. Aus dieser Höhle werden Reste folgender Thiere aufgeführt: Fleischfresser: Ursus Pitorrii, M. de Ser., U. spelaeus, U. arctoideus, U. meles, Hyaena spelaea?, Canis lupus, Lin., C. vulpes, Lin.; Nager: Lepus timidus, Lin., L. cuniculus, Lin., Mus; Pachydermen: Equus fossilis; Wiederkäuer: Cervus Reboulii, Christol, C. Dumassii, Capreolus Tournalii, Cap. Leufroyi, Antilope, Christolii, Bos taurus, Lin., Bos urus, Lin.; Vögel; eine Art von der Gestalt des gemeinen Sperbers, eine Art von der Gestalt unserer Bachstelze, eine Art von der Gestalt unserer Goldfasanen; Meermollusken: Natica millepunctata, Lam.; Landmollusken: Helix nemoralis, H. aspersa.

Knochenhöhle von Avison bei Saint Macaire. Billaudel entdeckte sie in der Gegend von Bordeaux an den Ufern der Garonne in tertiärem Kalkstein. Es ist eine Höhlung von unregelmäßiger Form, von 2 bis 2,35 Meter Länge und 1 Meter mittlerer Breite, die an ihrem nach dem Becken der Garonne gerichteten Ausgang nur 0,50 Meter mißt. Diese Höhle liegt ungefähr 25 Meter über dem niedrigen Wasserstand der Garonne und ist auch mit einer rothen, sehr dichten Erde angefüllt, die so viel Knochen enthält, daß man sie nur mit einer Steinhaue lüften kann. Die Knochen sind fast alle zerbrochen; man hat nur einige noch ganz gefunden. Sie scheinen nicht abgerollt und überhaupt so wenig verändert, daß sie nicht weit hergeführt worden seyn können. Sie verrathen Hyäne, Dachs, Schwein, Pferd, Hirsch und Ochs verschiedenen Alters im Schlamm untereinander und mit Landconchylien gemengt. Einige Knochen zeigen deutliche Benagung. Der unbedeutende Gehalt des Höhlenschlammes an thierischer Materie und die geringe Höhe der Höhle spricht gegen einen Aufenthalt von Raubthieren. Der Inhalt dieser Höhle läßt sich am besten mit dem der Höhle von Lunel-Vieil vergleichen.

Höhle von Fessonne. — Cordier berichtet von

ihr in der Sitzung der Akademie der Wissenschaften in Paris am 19. Januar 1829, Renaud de Vilbac habe sie am westlichen Ende des Garddepartements im obern Theil des Gebirges von Fessonne, welches das Kalkplateau von Larrac an der Seite des Héraultthals begrenzt, entdeckt. Sie liegt, wie es scheint, zwischen dem Lias und dem Bittererdekalk dieses Gebirges, nicht weniger als 300 Meter über dem Meer. Die Knochen umschließt ein röthliches Gebilde, und gehören Bären an.

Höhle von Mialet. — M. de Serres entdeckte ganz kürzlich eine Höhle in der Gegend von Mialet bei Anduze, Dept. du Gard. Sie liegt nahe am Gardon und auf dessen linker Seite; ihre Oeffnung, ungefähr 35 Meter über dem Fluß, ist 8 Meter hoch und führt in einen Vorsaal von ungefähr 4 Meter Breite. Je weiter man darin fortgeht, desto mehr erhebt sich der Boden, so daß die folgenden Gänge kaum 3 Meter hoch sind und mit 1½ oder 2 Meter Höhe endigen. Es liegen zwei Hauptgänge übereinander. Der untere zeigt 15 Meter vom Vorsaal eine Stalagmitenfläche von 3—4 Centimeter Dicke, unter der eine Menge gewöhnlich wenig veränderter Menschenknochen liegen, mit Knochen von Hirsch, Schaf, Ochs, die von den jetzt lebenden Arten in nichts verschieden zu seyn scheinen. Sämmtliche Knochen sind wie in einem sandigen Schlamm versunken, der von dem wenig verschieden ist, welchen jetzt noch der Gardon führt. Das angeschwemmte Gebilde unter der Stalagmitenrinde enthält noch eine große Menge Fragmente grober Töpferwaare, bisweilen mit Spuren von Zeichnungen. Einige, schlecht geformt, scheinen nur an der Sonne getrocknet, während andere auf der Drehscheibe gemacht seyn werden und mehr oder weniger verziert sind. Der Schlamm im untern Gang ist von dem des Vorsaales etwas verschieden, fetter, dichter, farbiger, und die Menschenknochen darin bestehen in viel kleineren Fragmenten. Nur in diesem Schlamme hat man Reste von drei Bärenarten: Ursus Pitorrii., U. spelaeus und U. arctoideus gefunden, darunter Schädel, welche die Verschiedenheit dieser Arten bekräftigen. Diese Reste

liegen mit denen von Hirschen, Pferden, Auerochsen und an einigen Stellen mit einigen Fragmenten von Töpferwaare und Menschenknochen zusammen. In einer Vertiefung des untern Ganges hatte man zuerst 2 von Bärenknochen umgebene Menschenschädel angetroffen, in geringer Entfernung davon eine kleine römische Statue und 6 kupferne Armbänder, auch in demselben Schlamme von Menschen bearbeitete Knochen und Zähne von Thieren, wahrscheinlich Amulette. Die Zähne gehörten wohl einem Wolf an.

Knochenhöhlen von Pondres und Souvignargues (Gard). — De Christol hat in diesen Höhlen Reste von Menschen und Töpferwaare mit Resten von Rhinoceros (R. minutus?) und Hyaena spelaea auf ähnliche Weise, wie in der Höhle von Bize, angetroffen. Diese Höhlen liegen 15 bis 18 Meter über dem Mittelmeer im Moellonkalk, die von Pondres nur eine halbe Stunde von der von Souvignargues und zwei Stunden N. O. von der Höhle von Lunel-Vieil. Am Abhang, woran die Höhle von Pondres liegt, entdeckte man beim Steinbrechen ein Loch, ungefähr 3 Meter hoch und 1 Meter breit, ganz angefüllt mit Diluvialschlamm. Die Knochen durchsetzen die ganze Höhe, im mittlern Theil scheinen sie zahlreicher zu seyn; auch in dem oberſten Diluvium unmittelbar unter der Wölbung in höchstens 10 bis 12 Centimeter Tiefe hat man Reste von Hyäne, Auerochs, Hirsch rc. und eine Menge benagte Knochenfragmente gefunden. Der ursprüngliche Boden der Höhle ist ein sandiges und erdiges Cement, wahrscheinlich zersetzter Moellonkalk, 32—34 Centimeter dick und aus Knochenresten und zerbrochenem Album graecum zusammengesetzt. Ueber dieser Lage von Cement und im Diluvium sind die Excremente ganz und ziemlich gut erhalten; auch sind die Knochen vollständiger, einige zeigen Benagung. De Christol hat selbst ganz am Boden in der untersten Schlammlage ein Topffragment ausgegraben und Dumas zu Sommières einen Mahlzahn von einem Menschen im Cement gefunden, worin die Knochen und zerbrochene Excremente liegen. In den

verschiedenen Theilen des Schlammes liegen verschiedene Knochen von Menschen von hohem Leibeswuchs. Die Thiere, deren Reste darin vorkommen, sind: Rhinoceros, ähnlicher dem R. minutus, als dem R. tichorhinus oder leptorhinus, Wildschwein, Pferd von kleinerer Raçe als die großen Pferde in den Höhlen von Lunel-Vieil, Schaf, Hirsch, wahrscheinlich ein Catoglochis von der Gestalt des Elaphus, Bär, Dachs, Hyaena spelaea, Nager von der Gestalt des Hasen und Kaninchen und Landconchylien, dieselben wie in den Höhlen von Lunel-Vieil. — Die Höhle von Souvignargues in der Gegend von Sommières hatte ehedem mehrere Oeffnungen, jetzt ist nur eine vorhanden. Der Zugang ist ein unregelmäßiges Loch von kaum 50 Centimeter Durchmesser. Nach ungefähr 60 Schritten kommt man in mehrere ziemlich große Kammern, mit schönen Stalaktiten überdeckt. Das Diluvium wird darin von einer dicken, harten Stalagmitenlage überdeckt. Es ist ungefähr 2 Meter dick, roth und thonig, umschließt eine Menge Landconchylien, wie in den Höhlen von Pondres und Lunel-Vieil, und noch Helix nemoralis und algira. Unter dieser landconchylienführenden horinzontalen Schlammlage bemerkt man eine Kieslage von gegen 70 Centimeter Dicke, welche mit rothem Schlamm gemengt ist. Wenn der Kies abnimmt, so fangen die Knochen an sich zu zeigen. In dieser Lage hat de Christol Reste von Ochs, Hirsch, Bär und Mensch gefunden. Unter diesen Knochenlagen ist nur noch 20 Centimeter Diluvium; die Knochen liegen demnach dem Boden sehr nahe.

Gelegentlich gedenken wir hier auch der

Todtenhöhle von Durfort (Gard). — Von Kalkincrustationen umhüllt, liegen in dieser Grotte Ueberreste von Menschen verschiedenen Alters und wahrscheinlich auch von Frauen; die Knochen von Jünglingen und Greisen sind seltener. Außer ihnen kam nur einmal Helix striata vor. Die Knochen haben zum Theil von ihrer thierischen Substanz verloren. Wie das Zellgewebe der Knochen der ägyptischen Mumien mit dem sie umgebenden Bitumen, so ist das Zellgewebe dieser Knochen

mit ähnlichen erdigen Materien erfüllt, wie die, welche sie außen umgeben. Die kleine Höhle mit diesen Knochen liegt eine kleine halbe Stunde nordwestlich vom Dorfe Durfort bei Saint-Hippolyte, im Kalkstein des Gebirges de la Coste. Die Mündung ist dem Boden gleich und führt lothrecht ungefähr 20 Fuß herunter, wo man sich alsdann vor dem eigentlichen Eingang der Grotte befindet, der kaum einen Quadratfuß Oeffnung besitzt. Man kommt sodann in eine Art von Stollen, der sich rechts und links theilt. Der rechte Eingang führt sanft abfallend in den Hauptsaal, 8 bis 10 Fuß lang, 3 Fuß breit. Die größte Höhe, am Eingang befindlich, übersteigt nicht 5½ Fuß. Die Gallerie zur Linken ist weit niedriger, und endigt in eine Art von Loch, von ungefähr 2 Quadratfuß Oeffnung, bei 12 Fuß Tiefe. Die Todtengrotte endigt in einen kleinen Saal von 3 Quadratfuß, worin alle Menschenknochen liegen. Aus dem horizontalen Boden der Grotte steigt ein Loch, ungefähr 450 Fuß geneigt, 5 bis 6 Fuß auf, und steht oben mit dem Loch einer zweiten Höhlung in Verbindung. Die Decke des Hauptsaals ist einen halben Fuß über dem eigentlichen Boden, der mit Menschenknochen bedeckt ist, erhaben. Die Dicke der Knochenschichte ist eben so wenig ergründet, als die Tiefe eines zur Linken befindlichen Loches. Eine Menge dieser Knochen sind durch Kalkincrustationen an den Felsen befestigt. Sie liegen regellos durcheinander und wurden wahrscheinlich, schon von ihren weichen Theilen getrennt, hierher geführt. Man hat sonst keine Thierreste bei dieser Menge von Knochen gefunden. Alles spricht dafür, und vollkommenes Mauerwerk in der Höhle möchte es zur Gewißheit führen, daß diese Menschenknochen von Bewohnern dieser Gegenden in früheren Zeiten, vielleicht aus Verehrung hineingebracht und darin von dem durchs Kalkgebirg sickernden Wasser incrustirt wurden, was nach Versuchen, die namentlich v. Marsolier in der Grotte des Demoiselles anstellte, an Knochen oft sehr schnell vor sich geht.

Knochenhöhle von Miremont. — Diese war

schon früher bekannt, als ihr Gehalt an Knochen. Delanoue entdeckte in dieser Höhle eine Menge Reste von Ursus spelaeus, Töpferwaare, welche nach der Beschaffenheit und der Natur ihrer Masse, Farbe und Form Zeiten angehörten, die früher sind, als die Einführung der römischen Künste bei den Galliern. Die sehr geräumige Höhle liegt in einem kreideartigen Gebilde. Alle Gänge enden in eine Menge schmale und niedrige Verzweigungen, welche die meisten Knochen enthalten. Der Schlamm ist thonig, roth, klebrig und umschließt Kieselfragmente und Conchylien; nur in diesem rothen Thon liegen Knochen. Beim Nachgraben in 200 bis 400 Schritte vom Eingang fand man unter mehreren Mergellagern, welche neuerer Entstehung als der rothe Thon zu seyn scheinen, die Töpferwaare.

Knochenhöhle von Argou (Pyrénées-Orientales). In dem nördlichsten Theile der Pyrenäen liegt eine große Zahl von Höhlen. Darunter ist die Höhle von Argou die einzige, worin Knochen sich vorfanden. Sie ist eine kleine halbe Stunde vom Dorfe Vingrau, nur zwei Stunden östlich von der kleinen Stadt Estagel, entfernt, liegt am Ende des Thales Tantavel, ungefähr 80 Meter darüber, wie es scheint, in den obersten Lagen des Gryphytenkalkes. Die Plattform der steilen Felsen, welche die Höhle umgeben, ist mit knochenführendem Schlamm überdeckt. Die Höhle besitzt einen Vorsaal, 14—15 Meter hoch, bei kaum 11—12 Meter Ausdehnung, dessen Boden mit knochenführendem Schlamm bedeckt ist, und einen mittleren Saal, weiter als der Vorsaal, und wie dieser mit drei Arten Schlamm bedeckt. Er gleicht einer unregelmäßigen Rotunde mit hohem Dom. Dieser Saal steht mit einer ovalen Oeffnung von 30—35 Meter Durchmesser mit der äußeren Luft in Verbindung; jedoch scheint der Schlamm nicht dadurch hereingekommen zu seyn. Sie besitzt ferner einen bedeckten Saal, 17—18 Meter lang und 7—8 breit, dessen Boden, wie der anderer Räume, uneben und mit Schlamm bedeckt ist, und einen schmalen, krummen Gang, der sich in den bedeckten Saal öffnet und

durch den man nur auf dem Bauch kriechen kann. Er ist wenigstens 600 Meter lang. Es scheint, daß durch diesen schmalen Gang die Knochen und Gerölle, welche in den verschiedenen Theilen dieser Höhle liegen, gekommen sind. Die Knochen liegen im Schlamm ohne Ordnung durcheinander und sind gewöhnlich zerbrochen. Die Schlamme sind gewöhnlich sandig, aus kleinen scharfkantigen Körnern zusammengesetzt; sie enthalten eine große Menge thierische Materie und bilden drei Lagen. Die obere ist erhärteter, sandiger Schlamm, röthlichgelb und gleicht sehr der Knochenbreccie; die Gerölle und Knochen sind hierin am wenigsten zahlreich, seine Mächtigkeit beträgt 2 bis 2,50 Meter. Der mittlere Mergel ist gelblicher Sand, halb erhärtet, die Knochen sind häufiger und weniger zerbrochen, die Geschiebe größer. Seine Mächtigkeit beträgt 4 bis 3,60 Meter. Der untere Schlamm ist fast pulverförmig, noch weniger hart, die Knochen sind besser erhalten, vollständiger, die Gerölle größer. Diese Lage enthält auch zugerundete, schwärzliche, hohle oder mit Schlamm erfüllte Concretionen, welche man um so eher für Excremente halten kann, als sie eine Menge thierische Stoffe enthalten. Diese Concretionen sind die Hüllen oder Wohnungen einer Insektenlarve, wahrscheinlich des Genus Hamaticerus oder Prionus, in einigen liegt die Larve noch darin. Die Dicke dieser Schichte bis zum Felsen ist 3 bis 3,80 Meter. Das Ansehen der Knochen ist mehr das aus meerischem tertiärem Sande von Montpellier, als aus den Höhlen von Lunel oder Bize. Sie sind gelblich und nur etwas weniger hart. Nur die Knochen des erhärteten Schlammes sind weiß. Sie sind mehr zerbrochen, als in den Höhlen von Lunel-Vieil und Bize, es konnte kein ganzer Knochen gefunden werden. Es liegen in diesen Schlammen von den sieben oder acht Säugethierarten die Pferde von sehr großer Gestalt am häufigsten; alsdann kommen die Wiederkäuer und die Pachydermen, von Fleischfressern war keine Spur zu finden. Es finden sich jedoch einige Knochen darunter, welche eben so gefurcht sind, wie die benagten aus der Höhle von Lunel. Die thierischen Reste bestehen in

Zähnen und Knochen von Rhinoceros tichorhinus, Schwein ist nur durch einen Lendenwirbel angedeutet; es war ein großes und starkes Thier. Pferde von verschiedenem Alter sind auch in anderen Höhlen Südfrankreichs zahlreich, nach den Knochen waren sie vom höchsten und stärksten Bau; andere sind von gewöhnlicher Gestalt. Der Auerochs (Bos priscus?) mochte während der Epoche der Ausfüllung der Höhlen im südlichen Frankreich sehr verbreitet gewesen seyn, da Reste von ihm nicht allein in dieser, sondern auch in den Höhlen von Bize, Saint-Martin de Londres, Pondres, Souvignargues und Lunel-Vieil sich vorfinden. In den Höhlen von Argou existiren wahrscheinlich noch Reste von einer anderen Art, welche kleiner ist und höchstens die Gestalt des Hausochsens besaß. Auch von ihm liegen Reste von Individuen verschiedenen Alters beisammen. Die Schafe haben, nach den Zähnen zu urtheilen, großen und starken Thieren angehört, waren aber von den lebenden wahrscheinlich nicht specifisch verschieden. Die Hirsche sind wenig zahlreich; eine Art ist wahrscheinlich Capreolus Tournalii, die andere scheint Cervus Reboulii zu seyn; beide finden sich auch in der Höhle in Bize.

Die Grotte von Oiselles oder Quingey an den Ufern des Doubs, fünf Stunden unterhalb Besançon, ist von Buckland nnd Fargeau beschrieben. Sie liegt im dichten Jurakalk. Der Eingang ist eine Oeffnung von 6 Fuß Höhe und 3—4 Fuß Breite, ungefähr 50 Fuß über dem Niveau des Flusses. Ihre Länge beträgt etwa eine viertel englische Meile. Sie ist nirgends hoch, noch breit; die seitlichen Communicationen sind weder zahlreich, noch von Ausdehnung. Man steigt darin fast immer auf und ab. Die Stalaktiten dieser Grotte übertreffen die der berühmten Höhle der Insel Sky. Buckland fand, wie er erwartet hatte *),

*) Um gleich zu erfahren, ob eine Höhle Knochen führe, bedient Buckland sich des Mittels, daß er in den Gängen und Kammern an den niedrigsten Stellen die Stalagmitenkruste entfernt und im Schlamm und Geröllen darunter nachsucht.

unter der stalagmitischen Rinde eine Lage von Schlamm mit Steinen und Kieselgerölle, über drei Fuß mächtig, mit einer Menge Zähne und fossilen Knochen. Sie liegen, wie gewöhnlich in anderen Höhlen, vereinzelt durch einander, einige zerbrochen, keiner benagt, von Thieren jeden Alters, die fast nur Bären waren. Es ist möglich, daß später noch Reste von Hyänen, Wölfen und Tigern entdeckt werden. Die Menge von Rippen, welche in dieser Höhle liegt, trifft man in den Höhlen mit Hyänenknochen nicht an. Die an mehreren Stellen sich befindenden Reste von Füchsen, Ratten und Kaninchen, welche noch jetzt in die Höhle laufen, gehören offenbar späterer Zeit an. In ungefähr $^{3}/_{4}$ der ganzen Länge der Höhle durchschneidet sie plötzlich eine breite Querspalte, unter der ein Bach läuft, über welchen eine steinerne Brücke zu unregelmäßigen Aushöhlungen, mit Stalaktiten und Stalagmiten geziert, führt, plötzlich wird die Höhle niedriger und endigt. Ueber der Spalte hat Buckland keine Knochen gefunden. Die Querspalte machte vielleicht den Bären den Zugang dahin unmöglich. Der Bach tritt am Fuße des Gebirges heraus und fällt in den Doubs. Der Führer sagte aus, vor ungefähr 80 Jahren sey das Wasser der Höhle aus dem jetzigen Ausgange herausgekommen; nachdem jedoch die Verstopfung weggeräumt worden, trocknete die Höhle aus und das Wasser nahm sein früheres Niveau in der Spalte wieder ein. Diese mehr momentane Ueberschwemmung hinterließ eine Lage Schlamm von ungefähr einem oder zwei Zoll über der ganzen Bodenoberfläche; wo der Boden keine Stalagmiten besaß, stand der alte Schlamm in mittelbarer Berührung mit dem neuen; es erfordert Genauigkeit, beide von einander zu unterscheiden. Wahrscheinlich veranlaßte dieser Schlamm viele Verwirrung und die Dazwischenkunft von Wolfs-, Ratten- u. s. w. Knochen. Nach Fargeau sind die schmalen Gänge nnd seitlichen Oeffnungen bis jetzt von Knochen frei befunden worden. Besonders nach der Mitte der Grotte bedecken schöne Stalagmiten, 2—3 Zoll dick, unmittelbar die Knochen. Anderwärts bildet eine 6—8

Zoll mächtige Thonlage den Boden; darunter dehnt sich horizontal eine harte, dünne Platte aus, welche den Schlamm mit Knochen überdeckt. Diese feste Platte befindet sich fast überall, wo die Knochen unterhalb des Thones liegen. In dem großen Saale der Grotte, nachdem der 18—20 Zoll dicke Thon weggeräumt war, um diesen festen Boden zu entblößen, zeigten sich hie und da voluminöse Hügel von derselben Kruste; es waren Schädel, Becken oder manchmal die Enden enormer Humerus, Femur etc. darin. Unter dieser Kalkplatte bilden die Knochen eine Schichte von nicht über einem Fuß mittlerer Dicke. Der Schlamm setzt noch unter den Knochen tiefer fort. Es ist also in dem größeren Theile der Grotte zu unterscheiden: 1) der Schlamm mit den Knochen, mit nur wenig Kieselgeröllen und mit festen und harten Knollen eines thonigen Kalkes von thierischer Materie durchdrungen, wahrscheinlich späterer Bildung als die Einführung der Knochen; 2) die Kalkplatte und 3) der alles überdeckende Thon, nicht mit jenem zu verwechseln, welchen Buckland, vor ungefähr 80 Jahren abgesetzt, annimmt. Von den Knochen scheinen wenigstens 19/20 zwei Bärenarten anzugehören, worunter der Höhlenbär von der größten Dimension ist. Diese Thiere scheinen die Grotte während eines gewissen Zeitraums bewohnt zu haben und in großer Zahl gleichmäßig darin umgekommen zu seyn. Hierauf vermengte sich mit den Knochen der Schlamm und das Gerölle, die Verdunstung der Flüssigkeit setzte die Kalkplatte ab, spätere Ueberschwemmungen die große Menge Thon, und endlich viel später die kleine Thonlage, deren Buckland gedenkt. Eine Spalte in der Nähe und in ungefähr demselben Niveau enthält wohl den Thon, aber keine Knochen, was dafür sprechen würde, daß die Knochen früher in der Höhle schon vorhanden waren.

Höhle von Echenoz. — Sie ist zuerst von Thiria im August 1827 besucht und beschrieben worden, wird „le trou de la Baume" genannt, liegt zwischen Echenoz, Andelarre und Charriez (Haute-Saône) auf der rechten Seite des Echenozthales, 70 Meter über dem

durch dasselbe fließenden Bach, im unteren Jura- (Lias-?) Kalkstein. Der obere Theil dieser Höhle ist so unregelmäßig und an einer Stelle so hoch, daß zwischen ihm und der Oberfläche der Ebene wenig Raum übrig bleibt. Es sind vier, durch enge Gänge verbundene Kammern vorhanden. Die zwei ersten sind zusammen 45, die dritte rechts 50 und die vierte links 150 Meter lang. Allenthalben findet man im Boden beim Aufbrechen eine größere oder geringere Menge Knochen. In der vierten Kammer waren sie am zahlreichsten, jeder Schlag der Hacke brachte Knochen; sie liegen in Tiefen von 10 Centimeter bis zu einem Meter, gewöhnlich in rothem Thon mit viel abgerundetem und glattem, kopfsgroßem Gerölle von demselben Kalkstein, worin die Höhle liegt, und von Felsen der Nachbarschaft. Auch Stücke von Stalaktiten und Stalagmiten mit abgerundeten Kanten liegen darunter. Die Thonlage, deren Mächtigkeit nicht 1,3 zu übersteigen scheint, ist nicht allenthalben einige Centimeter stark, mit Stalagmiten überdeckt, und über dieser Kruste liegt eine 10—25 Centimeter dicke Schicht eines fetteren, aber weniger rothen, als der darunter liegende, häufig durch vegetabilische Ueberreste, die er enthält, geschwärzten Thones. Ueber der Stalagmitenkruste ist kein Gerölle gefunden worden; nur da, wo keine Stalagmiten existiren, sieht man sie auf der Oberfläche. Der knochenführende Thon mit den Geröllen, dem Diluvium der Umgegend sehr ähnlich, ist daher, gleichzeitig mit der Bildung des letzteren, vor der Stalagmitenbildung in die Höhle geführt worden. Die Knochen liegen gewöhnlich in einer gewissen Tiefe im Thon, bisweilen auch unmittelbar unter der Stalagmitenkruste oder auch in ihr selbst. Die Knochen sind im Allgemeinen ungefähr 8—16 Centimeter im Thone mächtig, sie liegen ohne alle Ordnung durch einander, zuweilen aber doch mehrere zusammengehörige Knochen nicht weit von einander; viele sind zerbrochen oder zerbrechen leicht beim Herausnehmen, sind zerreiblich und hangen an der Zunge. Cuvier untersuchte die Knochen, die meisten gehören Ursus spelaeus, alt und jung,

an, sodann Hyänen, Katzen, Hirschen, Elephanten und Schweinen. Wahrscheinlich sind diese Reste in die Höhle hineingeschwemmt worden.

Höhle von Fouvent. — Bei Fouvent, in der Nähe von Champlitte (Haute-Saône), sind drei Höhlen im Encrinitenkalk entdeckt, die Thirria (a. a. O.) beschrieb. Sainte Agathe und Saint Martin, die zwei ersten dieser Grotten, sind knochenfrei; die dritte wurde zufällig im Jahre 1800 entdeckt, indem man auf eine Kluft stieß, durch welche die Substanzen in die Höhle gelangten. Die Höhle ist zu klein, um ein Aufenthaltsort für Raubthiere gewesen zu seyn; sie war mit Knochen, einem gelblichen Mergel und scharfkantigen Stücken der umgebenden und benachbarten Felsen ganz angefüllt; alles durcheinander gemengt und dem Diluvium der Nachbarschaft ähnlich. Eine dünne Lage rothen Thones bedeckt den Höhlenboden. Die Knochen rühren von Pferden, Elephanten, Rhinocerossen, Hyänen, Bären, Löwen und Ochsen her, von denen Cuvier schon früher einige beschrieben hatte.

In Deutschland ist zu betrachten

Die große Sundwicher und kleine Heinrichshöhle. Bei Sundwich, zwei Stunden von Iserlohn, liegen diese Höhlen sich benachbart, aus denen seit ungefähr 25 Jahren Knochen gefördert werden. Die Knochen liegen in einem mergeligen Letten, der nicht über dem ganzen Boden, sondern nur in gewissen Räumen vorkommt. Die Stellen, wo die Knochen gefunden werden, zuweilen die Knochen selbst, sind mit Stalagmiten bedeckt. Die Thiere, denen die Knochen angehören, sind fast dieselben, wie in der Kirkdaler Höhle, Ursus spelaeus verschiedenen Alters, U. arctoideus, Hyaena spelaea, H. spelaea major, Gulo spelaeus, Cervus euryceros, Damhirsch?, C. Elaphus fossilis, Sus priscus, Rhinoceros tichorhinus. Die Knochen vom Höhlenbären sind am häufigsten. Vom Höhlenlöwen und vom Wolf wurde keine Spur gefunden. Mehrere dieser Knochen sind benagt, andere krankhaft angegriffen. An engen Durchgangsstellen der Höhle ist das von Sinter

entblößte Gestein glatt und fast wie polirt, vielleicht vom öfterem Durchdringen der früheren Thierbewohner. Im Sinter der Höhle fanden sich Abdrücke von Schmetterlingsflügeln. Im Darmstädter Naturalienkabinet wird ein Hundszahn von sogenanntem Ursus cultridens aus der Sundwicher Höhle aufbewahrt, auch kommt de Christol's Ursus Pitorrii darin vor. Nicht weit von diesen Höhlen in derselben Grafschaft Mark ist in der halben Höhe des Klutertberges, eines Hügels an den Ufern der Milspe und Ennepe nach Süden, der 3 Fuß 3 Zoll hohe Eingang der Kluterthöhle, welche schon Silberschlag beschrieb.

Der hohle Stein bei Brilon. — Dicht an der Straße, welche von Hessen-Cassel nach Cöln führt, zwischen den Stationsorten Bredlar und Brilon, findet sich im Uebergangskalkstein eine Höhle, welche in der Gegend „der hohle Stein" genannt wird. Der Eingang ist schön gewölbt, hoch und geräumig. Nach wenigen Schritten schon kommt man an enge und niedrige Stellen, hinter denen die Höhle nach mehreren Seiten hin, Höhe und Weite wechselnd, fortsetzt. Sie ist reich an Stalaktiten, und bei Nachgrabungen hat man, wie in anderen Höhlen, Knochen von Ursus und Canis am häufigsten gefunden. Auch Menschenknochen und Kunstprodukte sollen darin gefunden worden seyn. Später ließ Nöggerath Nachgrabungen darin vornehmen, wobei er vollständige Köpfe und Knochen von Hyänen und Bären, erstere in bedeutender Anzahl, erhielt.

Höhlen bei Spa. — In der Nähe von Spa bei Theux und Verviers fand Buckland im Uebergangskalkstein eine Menge vertikale Spalten, welche aufwärts zur Oberfläche ausgingen und öfter seitlich mit anderen Spalten und kleinen Höhlen zusammenhingen. Diese Spalten waren ganz, und die Höhlen theilweise mit ocherigem Diluvialschlamm und Geröllen ausgefüllt. In den Höhlen bei Theux liegt über dem Schlamm eine Stalagmitenkruste, und darauf Knochen neuerer Thiere von Hühnern, Füchsen, Hunden und Schafen; der Schlamm darunter ist auf Knochen noch nicht unter-

sucht. In dieser Gegend liegen bei Spa und Verviers andere große Höhlen, welche noch zu untersuchen sind.

Höhle von Chockier. — Auf dem rechten Maasufer, zwei Stunden von Lüttich, zu Chockier, hat man 70 Ellen über dem Wasserstand eine ungefähr 20 Ellen lange, 1—8 Ellen breite, am Eingange 5 Ellen hohe und von da ins Innere zu niedriger werdende Höhle entdeckt. Eine aus Stücken desselben Kalksteines, wie der, worin die Höhle liegt, aus Quarzgeröllen und aus Knochen bestehende und durch Kalkcement verbundene Breccie erfüllt fast die ganze Höhle. Die Knochen sind noch mit fast aller Gallerte versehen, und nicht benagt. Sie gehören meistens Höhlenbären, Pferden und Hyänen an. Die anderen Reste rühren von Wölfen, Füchsen, Maulwürfen, Hasen, Kaninchen, Wasserratten, Mäusen, Ratten, Hirschen, Ochsen, 2 Rhinocerosarten, Elephanten, 4 Vögelarten und gewöhnlichen Conchylien her. In dieser Höhle liegen 3 Stalagmitenschichten übereinander, und unter jeder derselben befinden sich Knochen. Die meisten Knochen werden in der Sammlung der Universität in Lüttich aufbewahrt. Gaede, Levy und Schmerling wollen eine eigene Arbeit darüber herausgeben. Letzterer hat auch Menschenknochen in den Höhlen von Lüttich vorgefunden.

Baumanns-Höhle. — Diese, von der Fig. 6 einen senkrechten Durchschnitt gibt, ist am frühesten bekannt gewesen. Schon Leibnitz beschrieb sie. Sie erhielt ihren Namen nach einem Bergmanne, der sie im Jahr 1670 Tag und Nacht allein durchstrich, um Erze zu finden, und endlich daraus so erschöpft zurückkam, daß er bald nachher starb. Sie liegt im Uebergangskalksteine beim Hüttenort Rübeland, am nordöstlichen Rande des Harzes, in der Gegend südlich von Blankenburg, ungefähr 100 Fuß über dem Bett des Bodeflusses. Ueber Rübeland liegt der jetzige Eingang zu dieser Höhle in einer fast vertikalen Klippe, einer ungefähr 150 Fuß tiefen und 100—300 Fuß breiten, von beiden Seiten mit steilen Felsen geschlossenen Schlucht, durch die der Fluß seinen Weg nimmt. Der Eingang ist 15 Fuß breit und 5 hoch,

und fährt steil zur großen Kammer abwärts. Die Form dieser Kammer ist unregelmäßig länglich, hat 30—50 Fuß Durchmesser und 10—20 Höhe, und bietet eine der größten und malerischsten Höhlenansichten dar. Der Boden dieser Höhle gleicht in allen Stücken dem der gleich zu erwähnenden großen Scharzfelder Höhle, bis auf einige große Felsmassen, welche, vom Gewölbe abgefallen, aus der Oberfläche des Schlammes und der zerbrochenen Stalagmiten herausragen. Aus der großen Höhle steigt man in einen Gang, worin eine dicke Stalagmitenkruste und einige Fuß tief mächtig Schlamm oder Sand mit Knochen und sehr großem Gerölle von Uebergangskalkstein liegt. Die Knochen im Sand und Schlamm sind nicht sehr zerbrochen, aber die in dem Gerölle mehr als gewöhnlich und wie zerstampft. Keiner der Splitter ist abgerundet. Die Zertrümmerung ist also wahrscheinlich Folge des Zusammenliegens mit dem Gerölle, das hier von seltener Größe liegt; das Gerölle mußte aber schon abgerundet gewesen seyn, ehe es mit den Knochen znsammenkam. In diesem Gang richtet sich plötzlich ein Felsen ungefähr 20 Fuß auf, der mit Leitern überstiegen werden muß. Man gelangt alsdann zur geräumigen und schroffen Oeffnung der unteren Höhle, aus deren Gewölbe und Seiten andere Gänge aufsteigen. Die Höhle ist wegen ihrer verborgenen Lage und des schwierigen Zuganges nicht sehr umwühlt. An einigen Stellen sind die Stalagmiten durchbrochen und künstliche Grubengänge, denen von Scharzfeld ähnlich, einige Fuß tief in die mit Knochen, Zähnen und Geröllen überladene Schlammmasse künstlich angebracht. An den Seiten dieser künstlichen Aushöhlungen hängen wohl Knochen, aber in keiner der natürlichen Kammern findet man sie an den Seiten oder dem Gewölbe über der Oberfläche des Schlammes oder der Stalagmiten. Die Thiere, denen die meisten Knochen und Zähne angehörten, waren Bären.

Biels-Höhle. — Diese Höhle soll ihren Namen von einem Heidentempel erhalten haben, der ehedem über ihr stand, und von dem noch Spuren vorhanden sind. Sie liegt nicht weit von der Baumannshöhle und auf ungefähr derselben Höhe in der Klippe auf der an=

deren Seite der Bodeschlucht. Bis jetzt sind keine Knochen in ihr gefunden und auch keine so große Kammern wie in der Scharzfelder- und Baumannshöhle; sie besteht vielmehr aus einer Reihe von Höhlengängen, welche unregelmäßig im Uebergangskalkstein auf- und absteigen und mit anderen Kanälen, den Felsen nach verschiedenen Richtungen durchziehend, zusammenhängen und von ihnen durchschnitten werden. Sie ist wegen ihrer schönen Stalaktiten, welche vom Gewölbe herunterhängen, und der Stalagmiten, den Boden sehr dick überziehend, berühmt. Man hat darin oft Felshügel mit Leitern zu übersteigen, zwischen denen Höhlen oder Becken von verschiedener Größe liegen. Andere Höhlungen steigen wahrscheinlich durch Kanäle zur Oberfläche, wo sie verstopft sind, auf. Wahrscheinlich ging der jetzt am Abhang der Klippe vorhandene Eingang zur Höhle, ehe das Thal des Bodeflusses ausgehöhlt war, auch in der oberen Landfläche zu Tag aus. Das Diluvium liegt in der Höhle, auf dem Felshügel und in den dazwischen liegenden Gruben oder Becken.

Heim-Höhle. — So wird die Höhle von Ufftrungen, südwestlich vom Schlosse Stollberg, genannt, in der fossile Knochen sich finden sollen (Behrens, hercynia curiosa). In dieser Gegend liegt auch noch das Diebsloch, eine Höhle, worin man einen Menschenschädel gefunden haben will.

Scharzfelder Höhle. — Sie liegt, wohl auch Einhornshöhle genannt, bei den Ruinen der Burg Scharzfels, unweit Herzberg in Hannover, in einem Bergkalke, den Buckland für denselben hält, wie der von Sunderland in England. Die große knochenführende Höhle befindet sich wenigstens 500 Fuß über dem nächsten Fluß, und in einem der bewaldeten Gipfel, welche das Harzer Hochgebirge mit der Ebene verbinden. Der Eingang ist nicht am Abfall des Felsens, sondern eine Spalte in einer Ebene, durch die man steil in den Raum der Höhle heruntersteigt. Es ist dieß wohl dieselbe Spalte, durch die die Thierreste, der Schlamm und das Gerölle in die Höhle gelangten. Die Höhle ragt tief in den Hü-

gel hinein und besitzt mehrere seitliche Verzweigungen, welche Deluc im vierten Bande seiner Briefe ausführlicher beschrieben hat. Auch Leibnitz gedenkt dieser Höhle. Der Boden der Höhle scheint an mehreren Stellen mit einer Stalagmitenkruste überdeckt gewesen zu seyn, die aber größtentheils durch das Suchen nach Knochen zerstört ist; jetzt bedeckt eine Schichte von Schlamm, Geröllen und Fragmenten von Stalagmiten, mit Knochen und Zähnen untermengt, den Boden. Darin sind an den Stellen, wo man Knochen sammelte, Löcher in den Boden gegraben. Längs dem Bodenrande liegen eine Menge kleinere Höhlen, deren Boden mit demselben Material der großen Höhle bedeckt ist; unter letztere führen auch viele unterirdische Gänge und Katakomben, die meist mit brauner Erde oder Diluviallehm, worin eine ungeheure Anzahl von zerbrochenen Knochen, Zähnen und Kalksteinfragmenten liegen, ausgefüllt sind. Stalagmitische Infiltrationen cementiren den Schlamm zu einer halbharten zelligen Masse; an anderen Stellen ist der Schlamm lose. Nicht das Geringste von Knochen hängt am Gewölbe oder an den Seiten der großen Höhle über dem Niveau des Bodens. Buckland fand Knochen von Bären unter Umständen, die ihn an die Höhlenspalten zu Plymouth erinnerten. Es liegen auch Knochen von Hyänen und Tigern oder Löwen dabei.

Die Glücksbrunner- oder Liebensteiner-Höhle liegt auf der Südwestseite des Thüringerwaldgebirges, und da dieß auf dem Wege von Altenstein nach Liebenstein der Fall ist, so nannte sie Rosenmüller Liebensteiner-Höhle. Sie besteht aus einer Reihe von Höhlen, welche durch Gänge von verschiedener Höhe mit einander verbunden sind, und zeigt Seitenspalten, die wahrscheinlich zu noch mehr Höhlen führen. Der Boden und die Wände sind mit schwärzerer Erde bedeckt, die Knochen von derselben Farbe sind gerade nicht selten; was Kocher abgebildet, gehört dem Höhlenbären an.

Da diese Höhle in der Nähe des besuchten Bades Liebenstein liegt, so wollen wir mit Hülfe von Fig. 7

eine genauere Idee davon zu geben suchen, indem wir die Worte Bechstein's in seinen „Wanderungen durch Thüringen" gebrauchen: „Es war im Jahre 1799, während Herzog Georg bemüht war, die Umgebungen Altensteins und Liebensteins in einen großartigen Naturpark umzuwandeln, als beim Bau der Chaussee von den Arbeitern eine in die Tiefe hinabgehende kleine Oeffnung gewahrt wurde, aus der ein starker Luftzug drang. Diese ward erweitert, Bergleute mußten hineinsteigen, es wurde eine der größten Höhlen Deutschlands entdeckt, allmählich aufgeräumt, durch einen Stollen von der Seite bequem zugänglich gemacht, gefahrdrohende Stellen wurden durch Mauerwerk unterstützt, auf und ab in den Gängen Treppenstufen angelegt, und so geschah es, daß diese Höhle von allen ihren deutschen Schwestern die comfortableste genannt zu werden verdient, denn der Besuchende wandelt in ihr sicher trocknen Fußes, braucht nicht in ein Bergmannshabit, auch nicht auf dem Bauche zu kriechen, so wenig wie Leiter auf und Leiter ab zu klettern."

„Knochen findet man nicht viele mehr in der Höhle. Im Anfang wurde, des merkwürdigen Fundes zu wenig geachtet, zu viel davon verschleppt, so daß nur der kleine Rest übrig blieb, der in Meiningen aufbewahrt wird; später hat man zwar noch tief in das Berginnere streichende Höhlengänge, aber keine weitern Fossilien entdeckt. Auch mangeln der Höhle, die aus Alpen= oder Rauhkalkgestein gebildet ist, Stalaktiten, und selbst gewöhnlicher Sinter kommt nicht häufig vor."

Vom Fahrwege abwärts leitet der Führer seine Gesellschaft zu einer schattigen Stelle; dort harrte ein anderer mit Mänteln für die Damen, auch mit Licht und Fackeln. Sonntags wird in der Regel während der Badesaison einige Vormittagsstunden die ganze Höhle durch Lämpchen erleuchtet. Indessen stellt sie sich bei Fackelschein noch imposanter auf die Sinne wirkend dar; das an den hohen zackigen Wölbungen gebrochene Licht, die dunkeln Schlagschatten, ihr rascher Wechsel machen einen ganz eigenthümlichen Eindruck.

Durch den vom eiskalten Luftzug durchströmten Stollen muß rasch geschritten werden, die innere Temperatur der Höhle ist durchaus gemäßigt und belästigt nie durch empfindliche Kühle. Da, wo die eigentliche Höhle betreten wird, ist eine Seitenkammer als Ort der Entdeckung bemerkenswerth. Im Innern steigt der Weg, der stets breit genug ist, daß mindestens zwei Personen bequem neben einander gehen können, und nach wenigen Schritten wird zur Rechten eine Seitengrotte sichtbar. Eine zweite an dieser Seite, groß genug, um acht Menschen zu fassen, bewahrte frühher die Knochen. Immer breiter wird der wohlgebahnte Weg, höher empor steigt das Felsengewölbe, eine geräumige Halle breitet sich aus. Zur Rechten führen Stufen empor, und es zieht sich von da ein Gang ziemlich weit in die Tiefe. Zur Linken in einer Höhe von ungefähr 30 Fuß bezeichnet ein Eisengitter den Standpunkt der Musiker, die an solchen Tagen, wo die Höhle erleuchtet wird, durch sanfte Harmonien den Genuß erhöhen; Musik ist, zumal mit einem Echo verbunden, in diesem dunkeln uuterirdischen Labyrinth von ganz besonders magischer Wirkung. Zu jener Plattform windet sich ein Seitengang im Innern des Berges empor. Er bleibe nicht unbetreten, da der Herabblick von der Plattform erst recht geeignet ist, die ganze Größe der mächtigen Wölbung zu überschauen.

Sich wieder verengend, leitet der Gang im Bogen von der Linken zur Rechten 32 Schritte lang zu einer abermaligen weiten Halle, von der ein 36 Schritte langer Seitengang nach Rechts streicht. 16 halbrunde Stufen führen von diesem Gewölbe abermals zu einer Plattform empor, ein starkes Rauschen wird hörbar, eine Oeffnung sichernd, mit Steinen umfaßt, zeigt sich, und in dunkler Tiefe wird das Brausen eines Bergwassers vernommen.

Auf wieder schmaler gewordenem Pfade leitet der Führer die staunenden und bewundernden Fremden zu einem kleinen Seitengange, läßt, mit Licht versehen, die Gesellschaft an einem das Weiterschreiten hemmenden Eisengitter stehen und eilt hinweg. Jene schauen erwartungs-

voll in die Tiefe, wo das Wasser gewaltig rauscht; jetzt zuckte drunten ein Lichtschimmer, klingt ein leiser Harmonikaton, wie aus einer anderen Welt; heller kommt der Schein, und siehe! auf einem Nachen fährt der Führer mit seinem Gehülfen heran. Rothe Gluth blitzt auf; von Rothfeuer plötzlich magisch überflammt, steht das unterirdische Wasser, die hohe Wölbung, und es zeigt sich ein antiker Tempel an dunkler Felswand aufgebaut, bis nach dem überraschend herrlichen Moment alles wieder in dämmerndes Dunkel schwindet und die Schiffenden sich verlieren. Nun leitet der Führer die Gesellschaft zum Wasser hinab und läßt sie den Nachen beschreiten. Auf der acherontischen Welle sanft zwischen Felsenmauern hingleitend, schiffen sie in die hohe Wölbung ein, und blicken empor, wo das Licht des einen oben weilenden Führers wie ein Stern erscheint, und auf die kleine Cascade, die der die Höhle durchströmende Bach bildet. Noch einmal das pyrotechnische Experiment wiederholend, läßt er in purpurne Helle die Halle sich kleiden, und erhöht so mit einer hier äußerst effektuell angebrachten unschuldigen Spielerei das Vergnügen, wie den Eindruck. Dankend und erfreut kehren die Schiffenden zurück; der erste Führer erwartet sie, um sie abermals eine Treppe emporzuleiten, wo noch ein sehr breiter Höhlengang an hundert Schritte weit fortläuft, in welchem man wieder zu Stellen gelangt, an denen man dem unterirdischen Wasser nahen kann.

Forster's-Höhle. — Sie liegt bei dem Dorfe Weischenfeld an der rechten Seite des Thals von Zeubach und ist erst vor mehreren Jahren zugänglich gemacht worden; ihre einzige Oeffnung war ein Loch im Gewölbe, durch das man an einem Strick oder auf einer großen Leiter hinuntergelangte. Ein Gastwirth Namens Forster ließ seitlich in der Höhle des Bodens den jetzigen Eingang anbringen. Das Gewölbe dieser Höhle ist überaus schön und die Stalagmiten sind sehr vollkommen. Sie enthält aber nur einige Knochen von Hunden und neueren Thieren, ist 10 bis 30 Fuß hoch und ihre Breite erreicht ungefähr 30 Fuß. Der Schlamm

unter den Stalagmiten umschließt scharfkantige Kalksteinfragmente, aber keine Gerölle.

Höhle von Rabenstein. — Der Eingang zu ihr liegt im obern Theil der vertikalen Klippe, auf der das Schloß Rabenstein erbaut ist, unmittelbar unter der Kapelle Klaustein, nach der sie auch bisweilen den Namen führt. Eine dicke Stalagmitenkruste überdeckt den Bodenschlamm der Höhle, in dem Gerölle, scharfkantige Fragmente von Kalkstein und wenige Knochen und Zähne von Bären und andern Thieren liegen. An den wenigen Stellen, wo der wirkliche Boden der Höhle zu sehen war, lag keine Stalagmitenkruste. Auf dieser Kruste sieht man Knochen von Schafen, Hunden, Füchsen und kleineren Thieren, alle neuerer Zeit, lose umherliegen.

Zahnloch. — Das Zahnloch, das seinen Namen von der Menge fossiler Zähne her hat, die daraus gefördert wurden, liegt etwas südöstlich in der Nähe von Rabenstein, aber nicht am Abhang der Thalklippe, sondern in der Nähe des Gipfels des hohen Mirschberges, welcher, ungefähr 600 Fuß über dem Muggendorfer Thal liegend, eine der höchsten Stellen dieser Gegend bildet. Sie heißt auch die Höhle bei Hohenmirschberg. Der Eingang zu ihr ist eine niedrige ofenförmige Oeffnung, von weitem sichtbar, ungefähr 10 Fuß breit und 4 Fuß hoch, und führt unmittelbar in eine ungefähr 60 Fuß lange und 20 bis 40 Fuß breite, aber so niedrige Kammer, daß man nur an wenigen Stellen im Stande ist, sich darin aufzurichten. Am Rande dieser Kammer verzweigen sich mehrere andere Gänge, und an einer Seite liegt eine Höhle, deren Höhe beträchtlicher ist, als die der Kammern, und in deren Mitte ein ungefähr 6 Fuß über dem jetzigen Boden herausstehender Steinblock, wie ein Sarcophag liegt, dessen Oberfläche glatt wie polirt ist. Von der Decke und den Seiten hängen wenig Stalaktiten herunter, und der Boden war nicht sehr mit Stalagmiten bedeckt. Jetzt ist er mit einer mehrere Fuß tiefen Masse braunen Lehms überdeckt, der mit einer Menge Gerölle und kantigen Fragmenten Kalksteins, auch mit Zähnen und Knochenfragmenten von Bären und

andern erloschenen Thieren, und mit neueren Knochen von Hasen, Füchsen, Hunden und Schafen vermengt ist. Buckland fand auch ein Fragment von einer rothen Graburne. Selbst die unteren Gänge sind bis zu ihrem Ende verheert, so daß es nicht möglich ist, eine Stelle zu finden, wo das Gemengsel, das jetzt den Boden bedeckt, in natürlichem Zustande zu sehen war. Buckland glaubt, daß die wilden Thiere diese Höhle bewohnten, ehe ihre Reste in den Schlamm geriethen, und daß die Urne den Aufenthalt von Menschen bezeichne. Die Bauern holen schon lange Knochen aus diesen Höhlen als Arzneimittel. Rosenmüller und Goldfuß haben Knochen von Bären und Tigern gefunden; in früheren Zeiten sollen darin auch Zähne von Elephanten vorgekommen seyn.

Schneiderloch. — Cuvier führt, wahrscheinlich nach Esper, einen Elephantenwirbel aus dieser Höhle an. Wagner hat dieses Stück wieder aufgefunden und sich überzeugt, daß es weder einem Elephanten, noch Rhinoceros, wie Goldfuß erwähnt, angehört hat, sondern einem Ochsen, von dem es der zweite Halswirbel ist; er fand sich mit Resten von Bären, Hyänen, Löwen u. s. w.

Höhle bei Mockas. Ihr Eingang liegt am Abhang einer Thalwand gegen Süden. Man muß sich an einem Seil in den Vorsaal derselben herablassen und findet im Innern mehrere enge, weit fortlaufende Schluchten, kaum so geräumig, daß man auf dem Bauche durchkriechen kann. Hie und da sind kleine Erweiterungen, doch muß man sich mehrmals in die Tiefe herablassen und am Rande eines Abgrundes auf einem wenig Zoll breiten Felsenabsatz vorüberklimmen. Diese Höhle enthält in ihren tiefsten Spalten Zähne und Knochenstücke von Bären zwischen Steingerölle und in Mergelerde.

Kühloch. — Diese Höhle gehört mit der von Kirkdale zu den merkwürdigsten. Auch findet sich darin die schwarze thierische Erde wirklich vor. Der Raum dieser Höhle kommt dem Innern einer großen Kirche nahe,

Hunderte von Karrenladungen schwarzen thierischen Staubes bedecken den ganzen Boden wenigstens 6 Fuß tief, was also ungefähr 5000 Cubikfuß betragen würde. Die ganze Masse ist wiederholt umgegraben, um Zähne und Knochen zu suchen, welche darin zahlreich, doch nur fragmentarisch, vorkommen. Diese Knochen sehen von denen der andern Höhlen sehr verschieden aus; sie sind schwarz oder eigentlich durchaus dunkel umbrafarbig. Die über diesem Becken angehäufte Menge thierischer Materie ist erstaunlich, und hunderte oder tausende von Individuen mußten ihre Ueberreste zu dieser schrecklichen Masse Todtenstaubes beigetragen haben. Sie scheint größtentheils von zerriebenen und pulverisirten Knochen herzurühren. Die fleischigen Theile der Thierkörper hinterlassen bei ihrer Zersetzung eine zu kleine Menge fester erdiger Bestandtheile, als daß sie nur davon herrühren könnte. Die Höhle ist so trocken, daß die schwarze Erde als loses Pulver darin liegt und unter dem Fuß wie Staub aufsteigt. Sie wird von den Landleuten als guter Wiesendung benutzt. Indem Buckland für ein Thier 2 Cubikfuß Staub und Knochen annimmt, berechnet er aus den 5000 Cubikfuß schwarzer Erde wenigstens 2500 Bären, welche bei einer Sterblichkeit von 2½ jährlich einen Zeitraum von 1000 Jahren ausfüllen. Das Aeußere dieser Höhle, welche im Lande auch das Rabenloch genannt wird, stellt einen großen Halbkreis in einer beinahe verticalen Klippe vor, auf der linken Seite der Schlucht des Esbachs, dem Schloß Rabenstein gegenüber. Darunter ist das Thal 30 Fuß tief, während über ihr der Hügel 150 oder 200 Fuß steil ansteigt. Die Breite des Eingangsbogens mißt 30, die Höhe 20 Fuß. Im Innern nimmt die Höhle an Höhe und Breite zu, und theilt sich an ihrem innern Ende in zwei große und hohe Kammern, die in ungefähr 100 Fuß Entfernung vom Eingang in einem geschlossenen runden Loch endigen. Es durchschneiden diese Höhle keine Spalten, auch besitzt sie keine seitliche Verbindungen. Der Boden neigt sich stark auf ungefähr 30 Fuß nach der Mündung hin. Weiter darin ist das

Innere der Höhle ganz mit einer dunkelbraunen oder schwärzlichen Erde bedeckt, in der in großer Menge die Knochen und Zähne von Bären und andern Thieren und einige kleine scharfkantige Kalksteinstücke liegen, die wahrscheinlich von der Decke herunterfielen, aber kein Gerölle. Die obere Abtheilung dieser Erde scheint mit etwas kalkigem Lehm gemengt, der, ehe sie berührt wurde, wahrscheinlich eine Lage von Diluvialabsatz über den Thierresten bildete; geht man aber tiefer, so wird die Erde schwärzer und freier von Lehm, und scheint gänzlich aus zerfallener thierischer Materie zu bestehen. Man sieht in dieser Höhle weder Stalaktiten, noch Stalagmiten. Sie unterscheidet sich auch von den meisten übrigen merklich durch die Abwesenheit von Geröllen. Es erklärt sich dieß aus dem steilen Gang, der von der Höhlenmündung aufwärts zum Höhlenraum führt, und der die Gerölle zurückhielt, während sie in solchen Höhlen, die von außen abwärts gehen und ihren Höhlenraum in der Tiefe haben, gewaltig hineinströmten und sich mit den Knochen vermengten. Dieser am Kühloch sich gebrochenen Gewalt des Diluvialwassers und der seltenen Trockenheit der Höhle mag es auch zuzuschreiben seyn, daß darin die schwarze animalische Erde sich vorfindet, die vielleicht andern Höhlen nicht weniger eigen war, aber bei den Umwälzungen des Diluvialwassers mit Schlamm und Gerölle entfernt wurde. Die Zähne und Knochen aus dieser schwarzen Erde zerfallen sehr leicht; die Größe der Höhlenöffnung, die Nähe der äußern Atmosphäre und der Mangel an der schützenden Stalagmitendecke werden dieses befördert haben. — Egerton und Lord Cole geben vor, bei ihrem Besuche Ende Juni 1829 sey diese und eine benachbarte Höhle, welche wenig Knochen, aber mehrere Münzen und ein Instrument aus Eisen enthielt, von ihrem Eigenthümer, der darin Vorkehrungen zum Empfang des Königs von Baiern machte, zerstört worden, durch dreißig Menschen, beschäftigt, die thierische Erde vom Eingang und aus dem Innern der Höhle hinauszuschaffen, den Boden zu ebnen und wie einen Garten herzurich-

ten. Diesem widerspricht aber Graf von Münster, welcher sagt, die Höhle sey nur zugänglicher gemacht und von den darin gelegenen Steinen gereinigt worden. In der Haupthöhle fanden sich keine Knochen, sondern nur in einer Seitenhöhle, aus welcher benachbarte Wiesenbesitzer seit vielen Jahren die fruchtbare Erde auf ihre Wiese gebracht haben. Die dabei entstandenen Löcher wurden geebnet. Bei dieser Gelegenheit fand sich ein Penisknochen von einem Höhlenbären. Seitdem der König von Baiern in dieser Höhle mit seinem Gefolge zu Mittag speiste, wird sie Ludwigshöhle genannt.

Die Höhlen Frankens, zum Theil unter dem Namen der Muggendorfer Höhlen zusammengefaßt, beschrieb zuerst Esper (1774, 1784) ausführlicher, sodann Rosenmüller (1804) und später Goldfuß (1810) und Buckland (1823). Sie liegen im Amte Streitberg im Juradolomit. An den Thalwänden des Wiesenthals und seiner Nebenthäler sind bereits 24 Höhlen untersucht worden; es soll deren 40 geben. Von diesen enthalten nur einige, an der südlichen oder östlichen Thalwand liegende Höhlen fossile Knochen; die an der nördlichen oder westlichen Seite haben, ungeachtet ihrer zum Theil weiteren Eingänge und geräumigeren Gewölbe, keine Knochen aufzuweisen. Viele von diesen Höhlen Frankens mit oder ohne fossile Knochen hat Goldfuß beschrieben, weßhalb ich bei meinen Mittheilungen hauptsächlich auf ausländische Beschreiber Rücksicht nehmen zu sollen glaubte. Die beträchtliche Rosenmüller'sche Sammlung aus den fränkischen Höhlen besitzt das Naturalienkabinet in Berlin.

Gailenreuther Höhle. — Sie ist die berühmteste in Franken. Die Menge besterhaltener Knochen ist außerordentlich. Esper, Rosenmüller, Hunter, Cuvier, Goldfuß, Sömmerring, Wagner und Andere haben sie durch Beschreibungen dieser Knochen weltberühmt gemacht. Der Höhlenmonograph Buckland besuchte sie 1816. Die Oeffnung liegt hoch in einer verticalen Felsklippe des Juradolomits, das Gestein vieler Höhlen Frankens, an der linken Seite des

Wiesenthales, mehr als 300 Fuß über dem Bette dieses Flusses. Jetzt geht man durch einen Eingang von ungefähr 7 Fuß Höhe und 12 Fuß Breite. Die Höhle besteht hauptsächlich aus zwei großen Kammern, deren Breite mit 10—12 Fuß und Höhe mit 3—20 Fuß wechselt. Die Decke ist fast allenthalben reich mit Stalaktiten behangen, und in der ersten Kammer ist der Boden mit Stalagmiten bedeckt, die zizenförmig in die Höhe stehen, an einer Stelle in der Mitte so hoch, daß ein großer Pfeiler sich gebildet hat, der Decke und Boden verbindet. Aus dieser Kammer steigt man mit Leitern in die zweite Kammer herunter, deren Boden einst auch mit einer ähnlichen Stalagmitenkruste überdeckt gewesen zu seyn scheint, die jedoch durch das Graben nach Knochen fast ganz entfernt ist. Diese Höhle ist durch einen niedrigen engen Gang mit einer kleinen verbunden, auf deren Boden fast ein kreisrundes Loch ist, in das man gegen 25 Fuß hinuntersteigt und das 3—4 Fuß Durchmesser hat; seine Wandung besteht größtentheils aus Breccie von Knochen, Geröllen und Lehm, durch Stalagmiten verkittet. Auf der einen Seite ist eine seitliche Aushöhlung künstlich angebracht, und hier ist die Stelle, von wo die meisten vollständigen Schädel und Knochen in Menge herrühren. Die unterste Höhle ist ganz von der genannten Breccie umgeben. In keiner der natürlichen Kammern findet man, wie Buckland bemerkt, an der Decke oder den Seiten über dem Niveau der Stalagmitenkruste einen Knochen. Diesem widerspricht das, was Goldfuß von einem 28 Fuß langen, mit Tropfstein schön verzierten Höhlenraum anführt, worin man in 18—20 Fuß Höhe und an der Decke im Tropfstein Zähne, Knochen und Wirbel fand. Durch die Stalagmitenkruste der ersten Kammer sind mehrere große Löcher gegraben, worin man eine Schicht braunen Diluviallehm und Gerölle mit kantigen Steinfragmenten, Zähnen und Knochen untermengt wahrnimmt; aber letztere sind hier weniger zahlreich, als in tieferen Kammern der Höhle; diese Anschwemmung mag 3—4 Fuß messen. Die auf den Stalagmi-

ten und außerhalb der Höhle liegenden Bärenknochen sind später aus den Gruben und den unteren Höhlenräumen dahin gekommen, und mit neueren Knochen von Schafen, Hunden, Füchsen rc. vermengt. In der zweiten Kammer ist das Diluvium gerade wie in der ersten, nur reicher an Knochen, und deßhalb mehr durchwühlt, auch an einigen Stellen sehr tief. Die Vertheilung der breccienbildenden Materien ist in den tieferen Höhlenräumen unregelmäßig; an einigen Stellen sieht man gar nichts Erdiges und nur Knochen zusammen verbunden; andere Stellen sind reich an Geröllen oder halb Lehm und halb Zähne und Knochen. Die wilden Thiere haben, wie Buckland annimmt, hier in den oberen Theilen dieser und ähnlicher Höhlen gelebt und sind durch die Einführung von Schlamm und Geröllen gestorben. Das Diluvialwasser hat die Knochen in die untersten Behälter geführt. Seit der Zeit haben sich die Stalagmiten auf der Oberfläche angehäuft und sind auch zwischen Knochen und Geröllen eingedrungen. Im niedrigen Gang ist die Wand sehr glatt und wie polirt; ob es aber von Bärentatzen oder von Händen und Füßen späterer Besucher, oder von beiden zugleich herrührt, wird nicht zu entscheiden seyn. Drei Viertheil der Knochen gehören zwei oder drei Bärenarten an; die übrigen rühren von Hyänen, Tigern, Wölfen, Füchsen oder Hunden, Vielfraßen, Iltissen, Dachsen, Schafen, Hirschen, Rehen, Ochsen, Pferden, Elephanten? rc. her. Ich sah einen Menschenschädel daraus, und Esper fand Fragmente von Graburnen, die auch neuerlich (1829) Lord Cole und Egerton in Menge angetroffen haben wollen. Es finden sich Knochen von Bären, die unmittelbar nach ihrer Geburt mußten gestorben seyn, sonst Reste von Individuen jeden Alters zusammen. Hunter, Rosenmüller, Blumenbach, Cuvier und Buckland vereinigen sich in der Ansicht, daß diese Höhle von den Bären eine Reihe von Generationen hindurch bewohnt war, die darin zur Welt kamen, also in einer ähnlichen Ansicht, wie die, welche Buckland auch über die Hyänen der Kirkdaler Höhle aufstellt.

Aus der Gailenreuther Höhle stammt auch der von Sömmerring untersuchte Hyänenschädel mit getheilter Knochenverletzung. Nach Esper darf man annehmen, daß bis Ende 1774 einige tausend Zähne gesammelt, und daß schon zu seiner Zeit 180 Schädel herausgenommen waren. Aus dem Conglomerat erhielt der letzte Höhlenaufseher in Zeit von drei Jahren 150 ganze Schädel. Goldfuß gibt folgende Verhältnißzahlen der verschiedenen Arten zu 1000 angenommenen Individuen: Hyaena spelaea 25, Canis spelaeus 50, Felis spelaea 25, Gulo spelaeus 30, Ursus priscus 10, Ursus arctoideus 60, Ursus spelaeus 800. Esper und Leibnitz erklären die Knochenlager durch Einschwemmung in die Höhle bei einer Wasserfluth. Goldfuß hat diese und die vorige Ansicht näher beleuchtet.

Zu den Höhlen in der Nähe der Gailenreuther Höhle gehört noch der Schönstein; der Brunnenstein mit Knochen wahrscheinlich neuerer Thierarten; der Holeberg mit Knochen von Bären, Hirschen und Schweinen; die Witzenhöhle mit Knochen; die Wunderhöhle, 1773 entdeckt; der Geißknok, 1793 von Rosenmüller entdeckt, der zwei Menschenskelette darin fand; und die Höhle von Zewig bei Waschenfeld, dicht am Ufer der Wiesent, worin man Knochen von Menschen und Wölfen angetroffen haben will.

Unter den Höhlen Schwabens erwähnen wir die berühmteste und imposanteste, die Nebelhöhle, obgleich sie durch die jährliche Beleuchtung mit viel tausend Talglichtern viel vom feenartigen Schimmer der Tropfsteine verloren hat und in dieser Hinsicht mit ihren jüngeren oder doch frischeren Schwestern sich nicht messen darf. Unsere Fig. 8 gibt eine Einsicht in diese Höhle.

Der alte, bescheidene Name, den das Volk der Höhle gegeben hat, ist das Nebelloch, und rührt wahrscheinlich von ihren Ausdünstungen her. Der bekannte deutsche Reisende Keysler machte vor hundert Jahren auch das Ausland mit dieser Höhle bekannt, beschrieb sie und wies auch ihre große Aehnlichkeit mit der Bau-

mannshöhle nach. Schon er berechnete die Länge sämmlicher unterirdischen Grotten und Gänge von dem äußersten Eingange bis an den Ort, wo man von diesem am weitesten entfernt ist, auf 488 Fuß. Seitdem ist sie oft und genau untersucht und vielfach beschrieben worden.

Die Höhle liegt drei Stunden oberhalb Reutlingen, an dem Ende eines Seitenthälchens von Oberhausen, an der Seite eines hohen waldigen Bergfelsens, der Stellenberg genannt. Ihr großer portalmäßiger Eingang ist mit einer gewöhnlich verschlossenen Thüre versehen, zu welcher Pfullingen und das nähere Dörfchen Oberhausen die Schlüssel verwahren. Dieser Eingang öffnet sich gegen Nordost an der steilen, felsigen Waldwand, ungefähr 140 Fuß über dem Rande des Gebirges und 2457 Fuß über der Meeresfläche, zwischen bemoosten Felsen. Die Höhle selbst besteht aus mehreren Abtheilungen, der untern, der obern und den zwei kleinern obern Höhlen. Die untere Höhle theilt sich wieder in die vordere und hintere Höhle, welche beide nur durch einen Durchgang verbunden sind. Die Hauptrichtung der ganzen Höhle geht von Südost nach Nordwest; ihre Länge beträgt 540 Fuß, wovon 315 Fuß auf die vordere und 225 Fuß auf die hintere Höhle kommen; ihre mittlere Breite hat 75 Fuß, ihre Höhe steigt bis auf ungefähr 70 Fuß.

Durch den Eingang steigt man auf einer Treppe von 68 Stufen, welche 1803 an die Stelle des sehr beschwerlichen und schlüpfrigen Weges gesetzt worden ist, hinab, und kommt dann in die vordere Höhle. Noch auf der Treppe erweitert sich die Höhle in einem hohen Gewölbe, das schornsteinartig über 50 Fuß in die Höhe steigt und oben eine kleine Oeffnung hat, durch welche ein schwacher Schimmer des Tageslichts hineinfällt. Die Wirkung desselben verliert sich aber bald, und mit stillem Staunen langt man in der Tiefe der finstern und geheimnißvollen Unterwelt an und sieht sich hier von einer großen, an 40 Fuß hohen Halle umfangen. Links von hier breitet sich eine weite Kammer von mehr als

100 Fuß Tiefe aus, an deren Ende gleichsam ein Wasserfall von Tropfsteinen aus der Wand hervorbricht. Die Hauptausdehnung der Höhle geht rechts gegen Nordwest. Der durch Brücken erleichterte Weg führt über Felsen und Tiefen. Auf der ersten Brücke sieht man wundersame Tropfsteine, „den Bären" und „den Handscherben," eine gewöhnlich mit Wasser gefüllte Tropfsteinschüssel. Später gelangt man an eine große freistehende Felsengruppe von den schönsten Tropfsteinen, welche in ihrer Mitte einen schauerlichen Kessel einschließt. Hier theilt sich der Weg in zwei Gänge, wovon der eine links in „die Grotte" führt, wo die glänzendsten und wunderlichsten Tropfsteingebilde, „Kapelle, Kanzel, Altar, Orgel sammt Vorhängen und Deckenverzierungen, Heiligenbilder in Nischen und Felsenritzen," sich zeigen; hier ist auch der größte Wasserbehälter, und bald folgt das Ende der Höhle.

Der Gang rechts führt über zwei Brücken zu einem schmalen Durchgang, und damit in die hintere Höhle, die sich gleich beim Eingang in einer Höhe von 20 bis 30 Fuß und in einer Breite von 40 bis 50 Fuß ausdehnt, und wo uns zuerst der Taufstein begegnet. Nach 150 Schritten trennt sich diese minder merkwürdige Höhle in zwei Aeste, und setzt sich von beiden aus in einem oberen Stockwerke fort. Diese obere, schwer zugängliche Höhle dehnt sich wieder von Südost nach Nordwest, und kann zum Theil nur erklettert und mit Leitern befahren werden. Sie besteht aus vier Haupttheilen, wovon ein Gewölbe rechts reich an den sonderbarsten Tropfsteingestalten ist. Endlich finden sich im Norden der hintern Höhle zwei mühsam zu ersteigende kleine Höhlenkammern; in der Wandspalte einer derselben ward ein Knochen von einem menschlichen Schenkelbein gefunden. Die ganze Höhle befindet sich im Jurakalkstein, und die darin vorkommenden Mineralien sind fast lauter Erzeugnisse von aufgelösten Theilen dieses Kalksteins: Mondmilch, Fadenstein, Kalkspath, Stalaktiten. Auch will man verschiedene Versteinerungen

darin gefunden haben. Die Temperatur der Höhle ist 4,8′ R.

Adelsberger Höhle. — Zwischen Laibach und Triest liegen eine Menge lange bekannte Höhlen, darunter die Adelsberger Höhle, in der Knochen gefunden wurden. Ihre Nähe an der Landstraße macht, daß sie von Reisenden häufig besucht wird. v. Löwengreif entdeckte im Jahr 1816 ein Loch, welches zu neuen und glänzenden Höhlen führte. Inschriften mit den Jahrzahlen 1393 bis 1676 und ganze Leichname lassen vermuthen, daß diese Höhlen schon früher betreten waren. Fünfzig Schritte vom Eingang befindet man sich in einem geräumigen Saale, den der Bach Pinka durchströmt, der einen unterirdischen See bildet und auf der Westseite unter dem Namen Unz wieder zum Vorschein kommt. Ein niedriger Gang führt in ein zweites längliches Gemach, von wo aus die Reihe mehr oder weniger breiter und hoher Gemächer fast in einer horizontalen Ebene erst beginnt. Beim Eintritt in die zweite Kammer findet man im gelben und röthlichen, bis zwei Fuß dicken und mit einer Stalagmitenkruste überdeckten Schlamm einige Knochen. Volpi's Angabe, daß man erst nach zwei Stunden in der Höhle Knochen antreffe, ist eben so falsch, als daß die Knochen am Eingang Palaeotherium angehört haben. Diese verschiedenen Knochen stammen von Höhlenbären. Nach einer halben Stunde Wegs trifft man in einem ziemlich hohen und langen Saal auf eine Anhäufung von konischer Form aus Blöcken und Schlamm, 15 Fuß hoch und von 20 Durchmesser an seiner Basis, und theilweise mit Stalaktiten überzogen. Bei 10 Fuß Höhe lag im Schlamm ein Skelett eines jungen Bären, in einem Raum von höchstens zwei Quadratfuß. Hie und da begegnete man noch kleineren Anhäufungen der Art. Volpi's Block ist ohne Zweifel eine ähnliche Anhäufung. Die Thiere, deren Knochen im Schlamm des Bodens der Höhle liegen, konnten eher in dieser Höhle gelebt haben, als die, deren Knochen in den Anhäufungen mit den scharfkantigen Kalksteinblöcken liegen.

Höhlen in Ungarn, Steyermark und Mähren. — Im Liptower-Komitat, am südlichen Karpathenabfall, liegen in Ungarn Höhlen, welche dort unter dem Namen Drachenhöhlen bekannt sind. Die Knochen darin, von denen das Volk glaubt, sie gehörten Drachen an, gaben zu dieser Benennung Anlaß; sie rühren aber von Höhlenbären her. Im Alter ihrer Entdeckung reihen sie sich an die Höhlen des Harzes an. Paterson-Hayn berichtet zuerst von ihnen, worauf sie Brückmann (Epist. itin. 77) ausführlicher beschreibt. — Aus der großen Höhle bei Rötelstein in Ober-Steyermark sind auch viele Knochen gefördert worden. — In der großen Höhle Baradla sollen ebenfalls fossile Knochen liegen. — Zu Neuschloß, 2½ Meile von Olmütz in Mähren, entdeckte man am 24. December 1828 eine große Stalaktitenhöhle mit vielen, von Stalaktiten bedeckten Knochen. Man fand eine kolossale Tibia, einen Schädel von der Größe des Widderschädels, jedoch mit nach hinten gekrümmten, 4″ von einander stehenden Hörnern, denen des Steinbocks ähnlich, Fragmente von Hirschgeweihen, so wie Hüftbeine, Schulterblätter von der Größe wie im Pferd ꝛc. Die besten Exemplare sind nach Neuschloß, einem Jagdschloß des Fürsten von Lichtenstein, gekommen.

Höhlen Italiens. — In einer Höhle des den Meerbusen von la Spezzia bei Cassana umgebenden höhlenführenden Kalkgebirges fand Savi Reste von Ursus spelaeus, von Katzen, von Hunden und von Hirschen. — Die Höhlen von Belo (Bronn) und Selva di Progno (Catullo) im Veronesischen enthalten Knochen von Ursus spelaeus. — Im Kalke, der das Bellunesische vom Gebiete von Treviso scheidet, liegt eine ähnliche Höhle. — Auch in der Höhle von Palombaro bei Rom liegt Ursus spelaeus (Canali, Pentland). — In den Höhlen zwischen Lagonegro und Lauria sollen Knochen vorkommen, welche denen der Höhlen von Palinuro ähnlich sehen (Tenore). — Nesti hat Bärenknochen aus einer Höhle auf Elba bekannt gemacht.

Knochenhöhlen auf Sicilien. — Die Riesen-

knochen der Kalksteinhöhlen von Trepani und Palermo sind wahrscheinlich Reste antediluvianischer Thiere. Bivona-Bernardi schreibt aus Palermo, daß im März 1830 bei Palermo am Fuße des Berges Griffone, oberhalb der Quelle des Baches Maredolce, eine Höhle mit einer Menge Landsäugethierknochen entdeckt worden sey. In der Nähe hatte man schon früher Knochenbreccie gefunden. Die Knochen liegen in horizontalen, ungefähr 20 Palmi hohen Schichten. Es lassen sich folgende Schichten unterscheiden: 1) Knochen mit abgerundeten Kalksteinen und Thon; 2) Knochen mit Rollstücken und durch Kalktuff verkittet; 3) Knochen mit Rollstücken und verhärtetem Thon; 4) endlich Knochen in feinem Quarzsand und größeren Rollstücken mit Kalk verbunden. In der die erste Schicht bedeckenden Dammerde liegen Bruchstücke von Gebeinen zarter Thiere. Die untere Seite der Höhlenwand war wie polirt, während der obere Theil und das Gewölbe rauh und an einigen Stellen von einer Modiolaart durchbohrt aussah. Bernardi vermuthet, daß die Wasser in verschiedenen Epochen diese Knochen in die Höhle und vielleicht über einen noch größeren Raum abgesetzt haben. Die meisten Knochen sollen Hippopotamus major und H. minutus in ganzen Skeletten, der kleinere Theil Elephas meridionalis, zwei großen Wiederkäuern, ferner kleineren Säugethieren, Cervus eurycerus?, Tapir und Elasmotherium? angehören.

Noch vor Abdruck dieses Bogens werde ich mit Turnbull Christie's Nachrichten aus Sicilien bekannt. Die Berge Palermos sollen an die Dolomitberge in Tyrol oder Tessin erinnern. Die Tertiärgebilde um Palermo sind am Fuß des Monte Pelegrino besonders häufig. Sie bestehen hauptsächlich in einem groben Kalke mit dünnen conglomeratartigen Schichten, der auch Sand und Thon enthält und mitunter dem Grobkalke von Paris gleichen soll. Pecten und Austern bilden oft dünne Lagen. Cardium, Pectunculus, Arca, Echiniten, Serpuliten und Korallen sind häufig. Allenthalben liegt er horizontal, im Oretusthal gehoben. Christie unter-

scheidet von Gebilden über der Kreide: einen kreideartigen Kalkstein und Mergel der ältesten Tertiärzeit, einen neuern Tertiärabsatz mit im Mittelmeer lebenden Conchylienarten, ein Conglomerat, neuer als diese Tertiärabsätze, auch mit lebenden Arten, Knochenbreccien und Knochenhöhlen, mit letzterem Conglomerate gleich alt; endlich Diluvium. Man hat in der Gegend von Palermo drei Knochenhöhlen entdeckt, welche Professor Scina in Palermo beschrieb und Christie hierauf selbst untersuchte. Die Höhle S. Ciro, ungefähr zwei Meilen südöstlich von Palermo, liegt am Fuße des aus Bittererdekalkstein bestehenden Griffoneberges, nahe bei der kleinen Kirche S. Ciro. Ihre äußere Oeffnung ist ungefähr 200 Fuß über dem Meerniveau und 63 über der Ebene erhaben. Sie steigt vom Eingang bis ans Ende an, ist 131 Fuß lang, am Eingang 10 breit und 50 hoch. Das knochenführende Gebilde ist dem der europäischen Höhlen und der Knochenbreccien ähnlich, und bildet auch außerhalb der Höhle einen großen Theil des Seitenabfalles, verbindet sich mit dem Diluvium, und ruht auf Tertiärgebilden mit lebenden Conchylienarten. Die Höhle war von Breccie ganz geräumt, was den Vortheil gewährte, an der daranstoßenden Breccie Lagerungsbeobachtung anzustellen. Unter der Dammerde liegen große Kalksteinblöcke in einem röthlichen Thone, darunter eine 6 Fuß mächtige Lage röthlichen Thones, mit etwas Kalk gemengt und mit kleinen, abgerundeten Kalksteinfragmenten, Quarz und etwas Knochen, und darunter die eigentliche Knochenbreccie, ungefähr 20 Fuß mächtig, von grauer Farbe, als wäre sie unter Wasser abgesetzt; sie besteht aus einer Menge zerbrochener Knochen, einigen Blöcken und Geröllen, durch Kalk und Thon zusammengekittet, und liegt auf einer Sandschicht mit gewöhnlich zerbrochenen und abgerundeten Conchylien und Korallen, die Christie für die späteste Tertiärschichte hält. In der Höhle sind wenig Stalaktiten, die Wände sind wie von anspülenden Wellen geglättet. Die linke Seite am Eingang ist mit vielen kleinen Löchern von Lithodomen durchdrungen, die sich unter die

Conchylienschichte ziehen. Die beiden anderen Grotten liegen höher im Berge Beliemi, ungefähr vier Meilen westlich von Palermo. Die Feudogrotte, die östlichere, liegt 332 Fuß über dem Meer, und die Grotte dei Ben Fratelli 320 Fuß. In ersterer finden sich nur am Eingang Knochen, in letzterer im Innern und außen in der Ebene. Die Breccie ist von der von S. Ciro sehr verschieden. Sie enthält große Kalksteinmassen, die Knochen sind schwarz und braun, dagegen in letzterer calcinirt. Das Cäment ist dunkelbrauner Thon, in dem sich auch weißlicher und grauer Kalk, Flecken- und Zonenweiße vorfindet. Es scheint nicht, daß das Meer in diesen Grotten gestanden habe; denn man findet darin weder Conchylien, noch Spuren von Lithodomen, auch sind die Wände nicht geglättet. Es gibt fast keine Stalaktiten. Die ans Museum des königlichen Gartens gesandten Knochen aus der Grotte bei Ben Fratelli hat W. Pentland untersucht. Es sind deren über 100. Eine neue Art Hippopotamus, welche ich mir nach ihrem Entdecker H. Pentlandi zu nennen erlaube, macht 7/10 der ganzen Sammlung aus. Sie ist der großen fossilen und lebenden Art ähnlich, aber kaum größer, als unser großer Hausochs. In den vielen Sammlungen, welche Pentland in Italien von fossilen Knochen untersuchte, fand er nichts von dieser Art. Unter den Knochen ist ferner ein Mahlzahnfragment von Elephas primigenius, ein Mittelhandknochen von Bos, Knochenfragmente von Ziege, ein Fragment eines Hornkernes, dem der Antilope ähnlich, und ein Mittelhandknochen, von dem Pentland vermuthet, daß er Ursus cultridens angehört habe. Auch in der Nähe des fast zu Staub verwandelten Achradina liegen bei Katakomben andere Höhlen, unzweifelhaft natürlichen Ursprungs. Sie unterscheiden sich von den künstlichen durch ihre unregelmäßige Form, die Löcher von Lithodomen an ihren Seiten und den Gehalt an Knochen untergegangener Thiere. Die Grotte Jesus und Maria wird jetzt etwas über ein Jahr entdeckt seyn. Sie war vorn mit einer Mauer geschlossen und seit einigen Jahrhunderten

als Kapelle im Gebrauch, liegt ungefähr 2 Meilen nördlich von Syracus, 1/4 Meile geraden Wegs vom jetzigen Ufer und 70 Fuß über dem Meerniveau, mißt, wie sie jetzt ist, 100 Fuß Länge, 80 Fuß, wo sie am breitesten, und 30 Fuß, wo sie am höchsten ist. Als neulich Gräber gemacht wurden, um Todte zu begraben, entdeckte man eine große Ablagerung von Resten von Elephanten, Hippopotamen und andern Vierfüßern, deren Arten nicht mehr existiren, in einem Kalksande mit etwas Thon. In einer andern dieser Höhlen fand man auch Knochen, aber als wirkliche Breccie. Diese Höhle hat einen langen und schmalen Eingang, ist ungefähr 130 Fuß lang und nur 20 breit, und endet in einem runden Saal von 60—80 Durchmesser. Nur am Eingang findet man die Knochenbreccie. Sie scheint seit ihrer Bildung sehr beschädigt worden zu seyn, sieht aus, wie von Wasser auf ihrer Oberfläche zerfressen, und ist fast ihre ganze Länge von Lithodomen durchstochen. Christie glaubt, daß vor ihm keine Nachgrabungen darin vorgenommen wurden. Sie scheint beträchtliche Ausdehnung zu besitzen. Andere Grotten waren frei von Knochen. Diese Beobachtungen über die Knochenhöhlen Siciliens bieten neue Thatsachen zur Theorie der Bildung der Breccien und Knochenhöhlenausfüllungen dar, die noch insbesondere in Bezug auf Sicilien wichtig seyn müssen.

Asien. — Vielleicht enthalten auch Höhlen Indien's fossile Knochen. Im Schlamm der großen Höhle von Buban im Cosseahgebirge werden sie wohl vermuthet, sind aber noch nicht wirklich nachgewiesen. Diese Höhle besuchte 1828 der englische Reisende Walters. Die Oeffnung liegt an der Südwestseite eines großen Kalksteinberges, der Eingang ist ein miserables Loch, führt aber zu prachtvollen Gemächern von 40 Fuß Höhe, die durch schmale, bald herauf, bald herunter führende Gänge zusammenhängen. Alles war mit Stalaktiten von unbeschreiblicher Schönheit überrindet. Auf dem Boden war Schlamm oder Felsbruchstücke. Zu den Seiten verzweigen sich zahlreiche Gänge, und in der Höhle

sieht man Risse im Felsen. An einer Stelle sieht man des Himmels Helle durch den Berg. Der ganze Berg scheint nach allen Richtungen durchhöhlt, und soll darin viel Aehnlichkeit mit der Grotte von Antiparos in der Levante haben. Man sagt, sie vereinige die unterirdischen Gänge des Serails von Peking.

Nordamerika. — Höhlen von Green-Briar. Die Reste des überaus merkwürdigen Thieres aus der Ordnung der Zahnlosen, welches Jefferson Megalonyx nannte, haben sich in den Höhlen der Grafschaft Green-Briar in Virginien vorgefunden. — Höhle im Gebiet von Lanark in Oberkanada. Der Eingang ist sehr eng, der Boden mit Trümmern desselben braunen Kalksteines bedeckt, der die Höhle umschließt. Die Wände und die Decke haben einen kalkigen Ueberzug. Die Gebeine rühren von einem Thier her, das so groß war, daß es lebend nicht durch die Oeffnung in die Höhle gelangen konnte. — Höhle von Kentucky. Im Kalksteine von Kentucky, Tenessee und Virginien liegen viele Salpeterhöhlen. Eine heißt Mammouth-Cave, die sich 13 Meilen unter dem Green-River ausdehnen und Mumien und Geräthschaften von Indianern enthalten soll. Die Höhle White-Cave liegt in der Grafschaft Edmondson am Südufer des Green-River, 130 Meilen Wegs vom Ohio und 120 von Lexinton, nur eine halbe Meile von der Mammouth-Cave. Der abschüssige Eingang ist 8—10 Fuß breit, der erste Saal mit Schlamm und Kies und der zweite mit Stalagmiten bedeckt, und im dritten ist ein Schutthaufen befindlich. Es liegen in dieser Höhle Knochen von Megalonyx mit denen von Ochsen, Hirschen, Bären und einem menschlichen Mittelfußknochen. Sämmtliche Knochen sind eigentlich nicht fossil und enthalten viel thierischen Stoff. Sie lagen über dem Höhlenboden, während die Knochen von Megalonyx Jeffersonii in Green-Briar in Virginien 2—3 Fuß unter der Oberfläche angetroffen wurden. Die Knochen gehören einer auch zu Big-bone-lick gefundenen neuen Art, dem Megalonyx laqueatus, Harlan, an, und bestehen im Radius, Humerus, Schulterblatt, Rippe, Fußknochen, Tibia, Femur, Wirbel, Mahlzahn ꝛc.

Südamerika. — Höhlen Brasilien's. Die Salpeterhöhlen auf dem Wege nach dem Franciskostrom sind als Behälter ungeheurer Knochenreste von unbekannten Thieren berühmt. Ihrer hat schon Casal in seiner 1817 gedruckten Corografia Brazilica mit der großen Menge fossiler Knochen gedacht, die man in mehreren Provinzen Brasilien's findet. Er sagt auch (I. S. 78), daß man zu Ende des letzten Jahrhunderts im Termo der Stadt Rio das Contas ein Gerippe entdeckt, das zwar beschädigt, aber doch 30 Schritte Raum eingenommen habe, die Beine seyen von der Größe eines Menschen mittlerer Gestalt, die Rippe anderthalb Palmen breit, ein Mahlzahn ohne die Wurzeln 4 Pfund schwer, und 4 Menschen hätten sich bei dem Unterkiefer anzustrengen gehabt. Von jenen Höhlen redet Aug. v. Saint-Hilaire. Spix und Martius haben diese Höhle, in der unter vielen Höhlen der Lapa grande urweltliche Thierreste gefunden wurden, besucht. Sie liegt anderthalb Legoas westlich vom Dorfe Formigas in einem Berge Serra de Vicente oder Cabeceiras do Rio dos Boys genannt. Nachdem sie einen steilen Hügel erklommen, standen sie vor der Mündung des ungeheuren Schlundes, die gegen 70 Fuß Höhe und 80 Fuß Breite hat. Das Gestein des Berges ist wahrscheinlich ein Uebergangskalkstein, in dem keine Versteinerungen gefunden wurden. Durch diesen Eingang gelangten sie in ein 30—40 Schuh breites und eben so hohes Gewölbe, dessen ungleicher, mit Stalagmiten bedeckter Boden sich abwärts senkte. Nachdem sie etwa hundert Schritte darin fortgegangen waren, vertheilte sich das Gewölbe in mehrere natürliche Stellen. Einer dieser Gänge, welcher sich aufwärts windet, wurde auf den Knieen verfolgt; plötzlich erweiterte er sich wieder in eine geräumige Grotte mit Tropfstein und Kalkspathkrystallen an den Wänden. Im Hintergrund dieser Grotte steigen sie auf achtzehn fast regelmäßigen, mit cascadenartig ausgebreitetem Tropfstein überzogenen Stufen in die Höhe. Auf der obersten Stufe war es, wo einer ihrer Führer vor sieben Jahren die sechs Fuß lange Rippe und andere

Knochentrümmer eines urweltlichen Thieres gefunden hatte. Sie gruben in der feinen lettigen Erde, welche in dieser Gegend die Höhle 4—8 Zoll hoch deckt, und fanden kleinere Knochen vom Megalonyx darin, welche mehr oder weniger bedeckt, lose und ohne alle Ordnung in dieser Erde liegen. Es ist hiernach wohl nicht denkbar, daß diese Riesenthiere ursprünglich in diesen Gegenden der Höhle gewohnt haben, worin ihre Knochen jetzt vereinzelt liegen. Die Salpetererde aus dem Innern der Höhle gleicht ganz der außerhalb der Erde, nur ist sie feiner; die Wände der Höhle an den Windungen der Gänge sind glatt abgeschliffen und mit mergeligem Absatze beschlagen, so daß es wahrscheinlich wird, daß früher Gewässer durch diese Höhle strömten, welche die Knochen hierher führten. Im vorderen Theile der Höhle liegen Knochen von Tapir, Coatis und Onze zerstreut, wahrscheinlich neueren Ursprunges, als die Knochen in der Höhle. Die daraus mitgebrachten Knochen hat Döllinger beschrieben und auch R. Wagner erwähnt. Sie werden in München aufbewahrt und gehören nur dem Megalonyx an. Auch v. Eschwege hat in der Höhle Bem Vista zwischen Formiga und Bambuhy, wie er sagt, Knochen von Menschen und Thieren gefunden.

Australien. — Höhlen auf Neuholland. Der knochenführende Behälter ist hauptsächlich in der Nähe einer großen Höhle im Wellingtonthal (Neusüdwales), ungefähr 170 engl. Meilen westlich von Newcastle, durch das der Bellfluß, einer der stärksten Zuflüsse des Macquarrie, sich windet. Dieser Raum ist eine weite und unregelmäßige Art Brunnen oder Spalte, nur mit Leitern und Stricken zugänglich. Die Breccie ist ein Gemenge von Kalksteinfragmenten verschiedener Größe und von in einem rothen, erdigen, kalkigen Gestein liegenden Knochen. Man glaubte anfänglich, diese Knochen rührten von Ochsen, Elennthieren, Rhinocerossen, Elephanten ꝛc. her, und die Thiere wären, wie man es von denen in einigen Höhlen des europäischen Festlandes und Englands glaubte, von Raubthieren hineingeschleppt und darin verzehrt worden. Allein an nach Europa

gesandten Knochen erkannte Clift, Kanguroo, Wombat, Dasyurus, Koala und Phalangista Thiergenera, welche gegenwärtig in Australien noch existiren, und Dugong? Damit wurden zwei andere Knochen gefunden, deren einer einem Elephanten angehört, und den Rankin, der erste Besucher dieser Spalte, auf eine eigene Weise erhielt. In der Meinung, es sey ein herausstehendes Felsenstück, befestigte er den Strick, an dem er herunterstieg, daran, und ward erst enttäuscht, als die Stütze brach. Nach Pentland's und Cuvier's Untersuchungen gehören die Breccien Australiens acht Thierarten, insbesondere folgenden Genera an: Dasyurus (D. ursinus?) oder Thylacinus, Hypsiprymnus oder Kanguroo Rat eine Art, Phascolomys eine Art, Kanguroo zwei oder drei Arten, Halmaturus zwei Arten, und Elephant eine Art. Von diesen acht Arten gehören vier unbekannten Thieren an, nämlich zwei Arten Halmaturus, eine Art Hypsiprymnus und der Elephant. Eine andere Sammlung aus dem Wellingtonthal enthält Reste einer Kanguroart, welche ein Dritttheil die größte bekannte Art übersteigt. In den Kalksteinbergen, zwei engl. Meilen vom Wellingtonthal, ungefähr 210 Meilen von Sidney, liegen die Höhlen mit fossilen Knochen zahlreich. Bei Bathurst ist der Eingang zu einer derselben am südlichen Ufer des Macquarrie. Die Kammern und Stalaktiten darin sind ähnlich denen in europäischen Höhlen. Die Knochen liegen auf dem Boden und hangen an den Wänden des Gewölbes, dessen Eingang am hinteren Ende der ersten Kammer steil herunterführt. Der Boden ist mehrere Fuß hoch mit einem Staub, wahrscheinlich von zersetzten Knochen, bedeckt. Die Knochen liegen in einer rothen, ocherigen Breccie, die auch die meisten Klüfte und Spalten im Kalkstein ausfüllt, und auch hier selten ohne Knochen ist. Die lockere Erde der Höhle enthält ebenfalls Knochen, von denen aber schwer zu entscheiden ist, ob sie dieser Erde angehören. Die Knochen besitzen noch ihre Schärfen, von den verschiedensten Thieren liegen sie durcheinander gemengt. Außer den oben zuerst genannten Thieren hat

Clift auch noch Knochen einer unbestimmbaren Viverra, so wie einen Knochen erkannt, der einem außerordentlich großen Ochsen angehört zu haben scheint, aber auch an ein Flußpferd erinnert. Major Mitchell berichtet auch von ähnlichen Breccien am Macquarrie, 8 Meilen N. O. von der Wellingtonhöhle; auch zu Buree, 50 Meilen in S. O., und zu Molony, 36 Meilen in Osten, und zwar, daß in der letzten Knochen von Thieren vorkommen, welche, wie es scheint, größer als die gegenwärtig im Lande lebenden waren.

Die in dem Vorstehenden beschriebenen Höhlen kommen sämmtlich im Kalkstein vor; wir wollen aber noch eine berühmte Basaltgrotte, die im Titelkupfer abgebildete Fingalshöhle auf Staffa, beschreiben. Mit allem Grund gilt Sir Joseph Banks für deren Entdecker. Bei Gelegenheit einer Reise, welche der berühmte Präsident der königl. Gesellschaft zu London im Jahre 1772 nach dem Norden von Europa auf einem Schiffe unternahm, das für seine Rechnung war ausgerüstet worden, landete man auf Staffa. Banks besuchte die Grotte, und von ihm erhielten wir die erste Beschreibung. — Staffa ist unbewohnt. Das Leben wäre hier unheimlich und schauerlich, mit ewigen Unruhen, mit Sorge und Angst verknüpft. Drei Viertheile des Jahres hindurch befindet sich das in stetem Aufruhr. Winde und Seestürme wüthen mit furchtbarer Gewalt. Tobende Wogen, die Alles hinwegzuschwemmen drohen, brechen sich an der steilen Küste; Brandungen, wahre Schaumfluthen, sprudeln hoch auf. In die Fingalsgrotte, wie unser Titelkupfer zeigt, in andere Höhlen der Insel, dringen die Wellen mit donnerndem Getöse ein; sie schlagen brausend gegen die senkrechte Säulenmauern. Das ganze Eiland bebt, wie durch Erdstöße erschüttert. — Nicht ohne Schwierigkeiten erreicht man die Insel. Beinahe überall von unübersteiglichen, senkrechten Felsmauern eingefaßt, ist nur eine kleine Uferstelle so beschaffen, daß Fahrzeuge bei ruhigem Wetter nahen können. Ein Wechsel kleiner hügeliger Erhabenheiten bildet die Oberfläche. Reiche Wiesen breiten sich

über das Ganze. Hier finden Schafe die trefflichsten Weideplätze; sie werden schnell fett und bekommen vorzüglich wohlschmeckendes Fleisch. Darum bringt man in jedem Frühlinge ganze Herden nach Staffa, die bis zum Herbste daselbst verweilen. Im achtzehnten Jahrhundert hatte sich, um die Schafe zu hüten, eine Familie hier angesiedelt; aber längst ist das unwirthbare Eiland wieder verlassen; Trümmer der Hütte waren vor mehreren Jahren noch sichtbar. — Zur Fingalshöhle führen kleine basaltische Vorgebirge, deren Säulen beinahe wagerecht geordnet sind, so daß sie sich Treppen gleich übersteigen lassen, und Dämme, Riesenpflaster, aus mächtigen senkrecht stehenden Säulen. Der Anblick der Grotte ist prachtvoll; kaum vermag sich die Phantasie denselben malerischer vorzustellen, und die Aufgabe, den Eindruck zu schildern, ist keine leichte. So versichern alle Reisende, welche Staffa besuchten. Ein großartiges Gewölbe, nach der Meeresseite hin in Form eines gothischen Bogens geöffnet, und am Eingang 117 Fuß hoch. Zu beiden Seiten und im Hintergrunde bilden eng an einander gedrängte Gruppen basaltischer Säulen von auffallender Regelmäßigkeit die Wände. Die Breite beträgt 50 Fuß. Der Boden, eine kunstgerechte Mosaik aus Säulenköpfen, ist mit Meereswasser bedeckt. Ein Säulengang gestattet, ins Innere einzudringen; auf den Enden abgebrochener Prismen kann man während vollkommener Windstille bis zum Grunde gelangen, eine Entfernung von 250 Fuß. Aus der Höhe vom Gewölbe, die Decke der Grotte bildend, hängen zahllose Säulen nieder; so zeigt es sich deutlich, daß der nun leere Raum einst ganz mit Basaltsäulen erfüllt war, welche, im Verlauf langer Zeit zertrümmert, ausgebrochen wurden und endlich der Wogen Gewalt weichen mußten. Was den Namen der Grotte betrifft, so ist zu bemerken, daß die Galen, die alten Bewohner brittischer Inseln, mit Allem, was ihnen übernatürlich schien, den Gedanken an Fingal zu verbinden geneigt waren. Manche dortländische Höhlen werden mit dem

Beinamen Fingal bezeichnet; und es ist glaubhaft, daß die Grotte auf Staffa, die außerordentlichste von allen, vorzugsweise als Wohnsitz des caledonischen Helden betrachtet worden seyn dürfte. — Uebrigens gibt es Höhlen in der Art, wie die auf Staffa, in und außerhalb Europa gar manche; nur sind sie sämmtlich weniger großartig.

Zweiter Abschnitt.

Vorrichtungen der Unterwelt zur Bewässerung der Erdoberfläche mittelst Quellen *).

Das Wasser ist zum Gedeihen des thierischen, wie des Pflanzenlebens unumgänglich nothwendig. Wir sehen daher in den Vorrichtungen des Innern unserer Erdrinde, wodurch dieses Bedürfniß im gehörigen Maße befriedigt wird, als einen der vielen Beweise von jener göttlichen Absicht, die sich bei der Untersuchung des jetzigen Zustandes der Erde und ihrer Beziehungen zu den organisirten Wesen, welche sie bewohnen, so mannigfach bewährt.

Ungefähr drei Viertheile unserer Erdoberfläche sind von dem Meere bedeckt; nur ein Viertheil ist trockenes Land; die Mittel, deren sich die Natur bedient, um die nöthige Wechselwirkung zwischen beiden zu bewerkstelligen, bildet vielleicht den interessantesten Theil des Erdmechanismus.

---

*) Bei diesem Abschnitte sind besonders benutzt: Fr. Hoffmann's hinterlassene Werke; Buckland's Geologie; v. Leonhard's populäre Geologie.

Als großes Verbindungsmedium zwischen der Oberfläche des Meeres und der des trockenen Landes dient die Atmosphäre. Durch die Verdunstung wird beständig ein Theil des Meerwassers fortgeführt, welcher sich dann als süßes Wasser unter der Gestalt von Regen oder Thau niederschlägt. Nur ein geringer Theil kehrt wieder direkt durch die Bäche und Flüsse in das Meer zurück; das meiste geht von neuem durch Verdunstung in die Atmosphäre über; ein anderer Theil wird von den thierischen und vegetabilischen Körpern absorbirt; ein vierter Theil dringt in die Erdschichten und bildet in ihren Zwischenräumen unterirdische Behälter, welche sich fortwährend unter der Form von Quellen an der Oberfläche ausleeren, und so ihren Rückzug gegen das Meer antreten. Die Quellen gesellen sich zu den Quellen und bilden Bäche, welche durch ihre Vereinigung zu Flüssen und Waldströmen anwachsen, und erst an den Flußmündungen sich von Neuem mit den Gewässern des Oceans vermengen. Hier nehmen sie abermals an den vielseitigen Verrichtungen desselben Theil, bis sie zum zweiten Male in die Atmosphäre verdunsten und denselben Cyclus von Neuem beginnen.

Die ersten Anfänge des fließenden Wassers, die Theile desselben, welche freiwillig aus der Oberfläche des Landes hervortreten und durch ihre spätere Verbindung Bäche und Flüsse bilden, werden, wie bemerkt, Quellen genannt. Sie sollen der nächste Gegenstand unserer Betrachtung seyn.

Die Quellen führen auch die, freilich nicht immer von Mißdeutungen freien Namen, Sprünge und Brunnen. Unter Brunnen versteht man im engern und gewöhnlichen Sinne meist nur diejenigen Quellen, welche nicht freiwillig aus der Erde treten, sondern durch Graben und anderweitiges künstliches Eindringen in die Erdoberfläche gefunden werden. Diese Beschränkung hat indeß, wie sich später noch näher ergeben wird, keinen wissenschaftlichen Werth; denn es ist begreiflich etwas ganz Zufälliges, und daher für unsern Zweck sehr Gleichgültiges, daß wir einer Quelle auf ihrem Wege zum

Ausbruche an der Oberfläche durch eine künstliche Oeffnung zuvorkommen. Ueberdieß hat der Name Brunnen im Munde des Volks keineswegs überall jenen eingeschränkten Sinn; denn Brunnen werden in mehreren Ländern auch die freiwillig austretenden Quellen der Flüsse genannt. So spricht man an den betreffenden Orten von Saalbrunnen, Mainbrunnen, Elbbrunnen, Paderborn u. s. w.; ja in anderer Bedeutung auch von Sauerbrunnen, Schwefelbrunnen, selbst von Springbrunnen u. s. w., ohne doch hiemit andere als freiwillig aus der Erde hervorbrechende Quellwasser zu meinen.

Die Quellen entspringen vorzugsweise an höher gelegenen Punkten, sind sogar in den höchsten Gegenden, in Gebirgsländern am häufigsten und wasserreichsten. Die nächste Frage bei ihnen ist wohl natürlich die: woher sie ihr Wasser beziehen?

Diese Frage hat zu allen Zeiten die Aufmerksamkeit der Naturforscher in Anspruch genommen; allein so schnell und einfach man sie auch bei einigen der ältesten von ihnen beantwortet findet, so ist sie doch häufig und bis in die neueste Zeit hinein immer von neuem aufgeworfen und die Veranlassung der abweichendsten Theorien geworden. Eine kurze Darstellung der bedeutendsten von diesen wird hier nicht unzweckmäßig seyn.

Sehr begreiflich werden wir bei der Frage über die Herkunft der Quellwasser zunächst an Regen, Thau, Schnee, kurz an die große Masse wässeriger Niederschläge erinnert, welche durch die Bewegungen und Erkaltungen der Atmospäre allen und vorzugsweise den höchsten Gegenden der Erdoberfläche so häufig zugeführt werden. Die Oberfläche des Meeres ist, wie wir wissen, unter der wärmenden Wirkung der Sonnenstrahlen einer fortwährenden Verdunstung ausgesetzt. Von ihr erhebt sich also unaufhörlich Wasser in Gestalt eines unsichtbaren Dampfes in die zunächst darüber liegenden Luftschichten, und diese, in der Regel eben so erwärmt wie das Meer und außerdem schwerer als der Wasserdampf, lassen denselben mit Leichtigkeit in die Höhe steigen. Bis zu einer gewissen Höhe gestiegen, gelangt der Dampf

aber in kältere und lockere Luftschichten. Die niedrige Temperatur zwingt ihn, seine Gasform aufzugeben; er verwandelt sich in Dunst, und tritt nun in sichtbaren Bläschen zu Nebeln und Wolken zusammen. Diese bleiben wegen ihrer Leichtigkeit im Luftocean schwimmen, und, den Winden preisgegeben, werden sie vom Orte ihrer Entstehung fortgeführt über die Continente hinweg, wo sie sich in Regengüssen, Hagel- und Schneefällen entladen, sobald die Bedingungen zur Bildung dieser Meteore da sind. Das Wasser, welches diese Entladungen der Wolken liefert, befeuchtet den Boden; ein Theil davon, der nicht schnell genug in denselben eindringen kann, kehrt durch Verdunstung in die Atmosphäre zurück, um denselben Kreislauf wieder zu beginnen; ein anderer dagegen zieht sich in die Klüfte und kleinen leeren Zwischenräume des Bodens, und sinkt tropfbarflüssig darin nieder, bis er auf eine Erd- oder Felsmasse trifft, welche ihm den Durchgang versagt; auf dieser Masse (oder in ihr) muß nun das Wasser sich sammeln, es muß auf der Oberfläche derselben fortfließen, bis es endlich Gelegenheit findet, irgendwo wieder (sey es steigend durch Gegendruck, sey es aus einem Thaleinschnitte, quer auf dem Fallen der undurchdrungenen Masse), wie aus einer Rinne fließend, hervorzutreten, als Quelle zu erscheinen.

Diese einfache Ansicht von der Entstehung der Quellen hat schon bei oberflächlicher Betrachtung so viel Wahrscheinlichkeit, daß wir sie bereits seit den ältesten Zeiten, als man die Verhältnisse der Verdunstung und des Niederschlages in der Atmosphäre noch nicht kannte, deutlich vorgetragen finden. Wir sehen auch in der That, ohne Berechnungen darüber anzustellen, daß die Menge des atmosphärischen Wassers, welches einen gewissen Landstrich befeuchtet, mit der Zahl und der Reichhaltigkeit der Quellen, welche aus ihm entspringen, in einem entschiedenen Zusammenhange steht; Landstriche, auf welchen es vermöge ihrer Lage und Oberflächenbeschaffenheit niemals oder nur sehr selten regnet, und welche niemals von Thau, Nebel, Schnee und dergl. befeuchtet

werden, sind auch gewöhnlich ganz von Quellen entblößt, so die Sandflächen der afrikanischen Wüste, welche nur dadurch unbewohnbar werden, die syrische Wüste und das angränzende Arabien, viel keine Inseln, welche in dem weiten Gebiete des großen Oceans liegen, und zwar unter der heißen Zone, wie namentlich viel kleine Koralleninseln u. s. w. In den höheren Gebirgen der Erde dagegen, welche den größten Theil des Jahres hindurch in Nebel und Wolken verhüllt liegen, entspringen bekanntlich die zahlreichsten und reichhaltigsten Quellen, und eben so bekannt ist die Erfahrung, daß die Quellen vieler Gegenden sparsamer fließen oder wohl gar austrocknen, wenn es lange Zeit hindurch nicht geregnet hat, und umgekehrt.

Es ist daher nicht auffallend, daß schon Aristoteles diese Ansicht vorträgt, und daß ihm einige der ausgezeichnetsten Naturforscher des Alterthums, namentlich Vitruv und Seneca, darin mit wenigen Modificationen beistimmen.

Aristoteles namentlich glaubte, was bekanntlich bei uns auch noch gegenwärtig ein oft wieder vorkommender Volksglaube ist, daß die Berge und andere hochgelegene Orte das Wasser aus der Atmosphäre anziehen und einsaugen. Er dachte sich, daß es von dort aus an tieferen Punkten im Innern der Erdrinde in gewissen Behältern zusammenfließe, und aus diesen dann wieder langsam in feinen Strömen hervorrinne. Sollte das Wasser auf diesem Wege in nicht hinreichender Menge zusammenfließen, um die Quellen fortwährend speisen zu können, so, meinte er, habe auch die in den Behältern eingeschlossene Luft die Eigenschaft, sich in Wasser zu verwandeln. Seneca glaubte überdieß, daß die Quelle des Ersatzes in der festen Erde selbst gefunden werde, welche sich in Berührung mit Wasser in dieses verwandeln könne. Vitruvius dagegen, welchem unstreitig die Erfahrungen des Baumeisters zu Gebote standen, leitete alle Quellen vom Regen- und Schneewasser her, welches in die Erde eindringe, bis es durch Stein-, Erd- oder Thonbänke aufgehalten, und nun, auf

ihnen herabfließend, genöthigt werde, seitwärts hervorzutreten.

So wahrscheinlich und der Natur entsprechend diese Ansicht auch seyn mag, da wir in vielen Fällen selbst einen sehr augenscheinlichen Zusammenhang zwischen den atmosphärischen Niederschlägen, der Beschaffenheit des Bodens und der Menge und Beschaffenheit des Quellwassers nachzuweisen im Stande sind, so bleibt es doch nach den Aeußerungen der Alten immer sehr wünschenswerth, daß dieselbe auch noch durch direkte Versuche als richtig erwiesen werde.

Unter den neueren Gelehrten, welche seit dem Wiederaufleben der Wissenschaft sich diesem Gegenstande widmeten, nennen wir vorzugsweise die beiden ausgezeichneten Naturforscher Mariotte und Halley, denen die Meteorologie und die damit verbundenen Zweige der physischen Geographie so wichtige Bereicherungen verdanken.

Der Erstere von diesen folgt fast ausschließlich der Ansicht des Vitruvius, und er suchte nur nach den Mitteln, unmittelbar durch Rechnung zu erweisen, daß die Menge des innerhalb eines gewissen Stromgebietes gefallenen Regen- und Schneewassers hinreichend sey, um die Wassermasse zu liefern, welche dieser Strom in derselben Zeit in das Meer sendet. Er wählte deßhalb zu seinen Untersuchungen das Flußgebiet der Seine, von welchem in jener Zeit bereits einigermaßen genügende Beobachtungen bekannt waren. Eine Reihe von Jahren hindurch war zu Dijon die Menge des jährlich herabfallenden Regens bestimmt worden (man fand sie im Durchschnitte jährlich zu 15 Paris. Zoll Höhe), er vertheilte dann diese Menge auf einen Landstrich von der Größe des Quellenbezirks der Seine, den er zu 3000 Quadratlieues (60 Lieues lang und 50 Lieues breit) Flächeninhalt annahm, und fand so jährlich für denselben 714,150 Millionen Cubikfuß. Nun maß er aber zugleich auch durch einfache Vergleichung des Durchschnittes mit der Schnelligkeit des Flusses die Wassermenge, welche alljährlich die Seine, wo sie völlig bei-

sammen ist, unter dem Pont-Royal bei Paris durchführt, und er fand sie zu 105,120 Millionen Cubikfuß. Es war also das Resultat seiner Berechnungen seiner Voraussetzung von dem Ursprunge der Quellen in sehr hohem Grade günstig: denn er fand, daß noch nicht 1/6 des im Flußgebiete der Seine herabfallenden Regenwassers bereits hinreichend war, die Wassermenge sämmtlicher Quellen des Stromes zu liefern, und er glaubt zugleich es wahrscheinlich zu finden, daß von den noch übrigen 5/6 etwa die Hälfte durch Verdunstung verloren gehe, die andere Hälfte aber von den Pflanzen und Thieren verbraucht werde.

Bei genauerer Betrachtung der Elemente dieser Rechnung finden wir sie in hohem Grade unsicher und unzuverläßig, und es fehlte daher auch schon zur Zeit ihres Erscheinens nicht an Naturforschern, welche das Vertrauen, das sie verdienen sollte, in Zweifel zu stellen bemüht waren, so groß auch das Aufsehen war, welches diese Arbeit bei ihrem Erscheinen mit Recht wohl erregt hatte. Einer der Ersten, welcher an der Richtigkeit der dadurch gewonnenen Resultate zweifelte, war Sedileau; er zeigte, daß selbst die Annahme von der Größe des Landstriches, welchen Mariotte als Quellenbezirk von der Seine zum Grunde gelegt hatte, völlig willkürlich und unrichtig sey; er beleuchtete ferner die Schwierigkeiten, welche es hat, zu bestimmen, von welchem Punkte überall einem Fluß auf dem Festlande, dessen Zuflüsse sich mit denen seiner Nachbarströme verwirren, Wasser zugeführt werde; und um den daraus entstehenden Fehler auf eine sichere Weise zu entfernen, machte er zuerst den Vorschlag, zu solchen Untersuchungen das Beispiel eines Insellandes, wie namentlich z. B. England und Schottland, zu wählen. Auch versuchte er selbst die dort jährlich fallende Regenmenge mit der Wassermasse zu vergleichen, welche alljährlich durch die Flüsse der Insel ins Meer geführt wird, und fand als Resultat, daß die erstere von den letzteren kaum die Hälfte betrage. Für Irland glaubte er zu finden, daß die jährliche Regenmenge etwa 7/4 von der Wassermenge

der Flüsse betrage. Indeß fehlte es zu jener Zeit in der That noch so sehr an allen aus der Beobachtung hergenommenen Elementen zur Anstellung solcher Rechnungen, als daß die Resultate derselben auch nur eine einigermaßen annähernde Genauigkeit hätten erlangen können.

Halley endlich, welcher eben so entschieden als Mariotte von der Richtigkeit der einfachen Ansicht über die Entstehung der Quellen überzeugt war, und welcher namentlich in der steten Circulation der Gewässer eine der wunderbarsten Einrichtungen der Schöpfung erblickte, war in den Resultaten seiner Berechnungen gleichwohl fast weniger glücklich noch als Sebileau. Auch er fand, daß für England die Menge des darauf jährlich niederfallenden Regen- und Schneewassers nicht hinreichen könne, den Gehalt seiner Flüsse zu bestreiten; allein er beruhigte sich nicht sogleich bei dieser allerdings niederschlagenden Bemerkung. — Er wendete seine Aufmerksamkeit zunächst auf die Menge des durch Verdunstung aus dem Meere aufsteigenden Wassers, und beschäftigte sich insbesondere in dieser Beziehung mit einer Arbeit über die Verhältnisse des Mittelmeeres. Es ließ sich dabei annähernd bestimmen, wie viel Wasser diesem Meere durch die in dasselbe hineinströmenden Flüsse zugeführt wird, und indem er diese Menge mit der verglich, welche in derselben Zeit der Oberfläche dieses Meeres durch Verdunstung entzogen wird, fand er ein auffallendes Mißverhältniß, denn er gelangte zu dem gegenwärtig noch unbestrittenen und auch durch andere Thatsachen bestätigten Resultate, daß dem Mittelmeere durch Verdunstung ungleich bedeutend mehr entzogen, als ihm durch Regen wiedergegeben wird. Auch für die Küsten von England fand er ein ähnliches Mißverhältniß, und er schloß daher, daß es auch noch andere Wege als Regen, Schnee, Thau geben müsse, auf welchen dem Boden die in der Atmosphäre enthaltene Feuchtigkeit zugeführt würde. Insbesondere richtete er seine Aufmerksamkeit auf die große Wolkenmasse, welche fortwährend die höheren Berge umlagert und ununterbro-

chen an ihre Oberfläche das Wasser absetzt (in der Weise, wie Aristoteles das Einsaugen des Wassers von den Bergen voraussetzte). Er bemerkte, daß auch bei völlig heiterm Wetter auf etwas über dem Meere erhöhten Punkten eine große Menge Wasser tropfbarflüssig niedergeschlagen werde. Er beobachtete in einer Meereshöhe von etwa 2400 Fuß die Sterne und fand, daß dort bei heller Witterung die Wasserdünste so stark niederfielen, daß er dadurch in seinen Beobachtungen gehindert wurde; denn er fand jede halbe Stunde seine Gläser mit Tropfen bedeckt. Ganz etwas Aehnliches beobachtete auch Kästner in tieferen Gegenden, welche fern von dem Meere liegen, wie in der Umgegend von Leipzig; denn er fand, daß dort gar nicht selten bei heiterem Wetter Sterne verschwinden, sowohl dem bloßen Auge als dem Objektivglase des Fernrohrs, indem Wasserdünste sich darauf absetzen.

Da sich indeß die Menge dieser so aus der Atmosphäre niedergeschlagenen Dünste, verbunden mit einer großen Zahl anderer dabei in Betracht kommenden Verhältnisse, bei dem Zustande der Wissenschaft jener Zeit noch nicht mit der gewünschten Genauigkeit angeben ließ, so blieb auch der Gegenstand, welcher dadurch erwiesen werden sollte, noch unerledigt. Lange Zeit hindurch wurde daher auch die Richtigkeit dieser Ansicht von der Entstehung der Quellen von Naturforschern bezweifelt, und es ist in der That wunderbar, welche große Anzahl von oft sehr verkehrten und unbegründbaren Vorstellungen an ihre Stelle gesetzt wurden. Die Literatur dieses Gegenstandes ist daher sehr reich an Arbeiten, wenn gleich von sehr verschiedenartigem und oft wohl von sehr geringem Werthe. Wenn nun nicht alle diese verschiedenen Versuche zur Erklärung des berührten Problems hier erörtert oder auch nur übersichtlich betrachtet werden können, scheint es doch zweckmäßig, die hauptsächlichsten und auch noch jetzt wiederholten Einwendungen zu beleuchten, welche gegen die Entstehung der Quellen durch das Eindringen des atmosphärischen Gewässers

in den Erdboden gemacht worden sind. Dieselben lassen sich auf folgende zurückführen:

I. Hat man Zweifel darüber geäußert, ob das Wasser vermögend sey, so tief in die Erde einzudringen, um die Quellen am Fuße der Berge zu speisen, und ihnen namentlich dann noch Zufluß zu geben, wenn eine längere Zeit hindurch kein Regen aus der Atmosphäre gefallen ist.

Schon Seneca behauptete gelegentlich, daß das Regenwasser kaum mehr als etwa 10 Fuß tief in den Erdboden eindringe, und eine allgemein bekannte Erfahrung unserer Gärtner bestätigt dieß wenigstens scheinbar. Der lockere Humusboden, welchem man freilich bei der großen Auflockerung seiner Theilchen eine große Durchdringungsfähigkeit für das Wasser zutrauen sollte, wird nämlich nach den stärksten und anhaltendsten Regengüssen kaum über drei Fuß tief durchnäßt gefunden; ja, wir wissen es selbst durch Dalton, dessen Arbeiten wir noch später kennen lernen werden, daß der Boden von England im Frühjahre, nachdem er den ganzen Winter hindurch mit Regen- und Schneewasser gesättigt worden, kaum über 5 bis 6 Fuß tief vom Wasser durchdrungen gefunden werde. Diese Thatsache ist besonders schon von zwei Zeitgenossen, von Mariotte und Halley, hervorgehoben und gegen die herrschende Ansicht von der Entstehung der Quellen auf eine viel Aufsehen erregende Weise benutzt worden, nämlich von Perrault und de la Hire.

Der Erstere ließ an sehr vielen Punkten auf Bergen und in der Ebene nach großen Regengüssen Löcher aufgraben, und es fand sich dabei immer, daß die Erdrinde kaum je mehr als 2 Fuß tief vom Wasser durchdrungen war; indeß gründlicher noch ging der Zweite zu Werke. Er ließ bleierne Gefäße mit einem 6—8 Zoll hohen Rande verfertigen, welche an ihrem Boden mit einer Ableitungsröhre versehen waren, und vergrub sie in geneigter Stellung und in verschiedener Tiefe in die Erde, so daß die Ableitungsröhre sich in einem Keller endigte, wo er vor ihre Mündung Gefäße stellte und

also jeden Tropfen Wasser, der sich auf dem Boden derselben sammeln sollte, leicht würde haben wahrnehmen können. Eines dieser Gefäße ward 8 Fuß tief in die Erde gesetzt, und während fünfzehnjähriger Dauer seiner Beobachtungen fand sich niemals ein Tropfen Wasser aus ihm abgelaufen; ein anderes, das nur 16 Zoll tief vergraben war, gab völlig dasselbe Resultat, und nur in einem 8 Zoll tief vergrabenen fand sich, nachdem es ein halbes Jahr in der Erde gestanden, im Monate Februar etwas Wasser, nachdem es sehr stark geregnet und geschneit hatte. Auf der Oberfläche über dem zweiten Gefäße hatte de la Hire Pflanzen gesetzt; allein er fand, daß sie nach einiger Zeit verwelkten und abstarben, wenn sie nicht begossen wurden; er schloß daher aus diesen Versuchen, daß nur in einem aus lockerem Steinschutte aufgeschwemmten Boden das Wasser tiefer als 2 Fuß eindringen könne, und daß, was unstreitig noch wichtiger schien, die atmosphärische Feuchtigkeit nicht hinreiche, die Pflanzen zu ernähren, sondern daß diese ihr Wasser aus dem Innern des Bodens empfingen. Es könne daher, so meinte er, wohl die Mehrzahl der Quellen, welche der Erdoberfläche Wasser geben, nicht aus Regen- oder Schneewasser ihren Ursprung nehmen.

Diesen Schlüssen, welche sehr viel Eindruck machten, konnte man im Anfange nur sehr wenig bedeutende Einwürfe entgegensetzen; besonders scheint Mariotte dadurch in hohem Grade betroffen worden zu seyn, denn er sah sich genöthigt, anzunehmen, daß das rohe Erdreich im unberührten Naturzustande eine von dem angebauten, künstlich aufgelockerten sehr verschiedene Beschaffenheit besitze; es habe eine eigenthümliche Organisation, glaubte er, feine Zuleitungsröhren, welche durch Aufwühlen zerstört würden, und dergleichen, was von seinen Zeitgenossen und namentlich später noch von Lulof und Torbern Bergmann verworfen wurde. Mariotte berief sich ferner auf die an 100 Fuß tiefen Keller der Pariser Sternwarte, an deren Wänden (aus Felsboden) nach langen Regengüssen man überall das

Wasser herabfließen sah. Später indeß lernte man bei genauerer Ueberlegung das Unstatthafte von de la Hire's angestellten Versuchen immer mehr einsehen.

Es zeigte sich, daß die ganze Reihe von Thatsachen, welche er aufgefunden, nichts weniger als eine allgemeine Anwendung finden könne, sondern daß sie vielmehr nur für die Art des Bodens passe, welche er gewählt hatte; denn es ist klar und durch eine Menge von Erfahrungen erwiesen, daß, wenn der lockere Boden der Oberfläche, wie in so sehr vielen Fällen, in geringer Tiefe, auf zerklüftetem Gesteine oder auf einer das Wasser an sich haltenden Lehm- oder Thonschicht aufliegt, alsdann diese das Regenwasser mit großer Begierde aufnehmen und es so tief mit sich in die Erde fortführen können, als sie selbst niederwärts anhalten. Es ist eine ganz bekannte Thatsache, daß es überall in unseren Umgebungen sogenannte quellenführende Schichten gebe, bis zu welchen man niedergehen muß, um mit glücklichem Erfolge Brunnen anzulegen. Solche Schichten aber erzeugen das Wasser nicht von selbst in sich, sondern sie sind in ihrem Quellenreichthume, wie wir alle wissen, sehr abhängig von der Menge des darüber gefallenen Regenwassers, und versagen nicht selten in trockenen Jahren ganz oder zum Theil den Dienst. Doch auch von den Wasseradern, welche in großer Tiefe aus den Klüften des festen Gesteines hervortreten, welche oft die reichsten und anhaltendsten Quellen führen, und deren Entstehung man einem geheimnißvollen, mit dem innern Leben der Erde auf eine mystische Weise zusammenhängenden Bildungsproceß zuzuschreiben noch heute nicht selten geneigt ist; auch von diesen ist es mehrfach bestätigt, daß sie mit dem auf der Oberfläche niederfallenden Regenwasser in einer deutlich nachweisbaren Verbindung stehen.

Es sind dieß Erfahrungen, welche vorzugsweise der Bergmann bei seinen unterirdischen Arbeiten zu machen Gelegenheit hat, und welche begreiflich für die Erreichung bergmännischer Zwecke, für die Abwehrung des gefährlichsten Feindes, der dem Bergmanne in den Tie-

fen der Erdrinde begegnet, von der äußersten Wichtigkeit seyn müssen; es ist in der That nur zu bewundern, daß verhältnißmäßig erst in so sehr später Zeit diese im praktischen Leben gemachten Bemerkungen für die Beförderung unserer wissenschaftlichen Ansichten benutzt wurden.

Außer einigen unbedeutenden, hieher gehörigen Thatsachen, welche sich in Otto's reichhaltiger Hydrographie zusammengestellt finden, besitzen wir einige gründliche Erörterungen über diesen Gegenstand in dem bekannten Werke von v. Trebra: Erfahrungen vom Innern der Gebirge. Dieselben sind in der That um so wichtiger, da sie aus dem Munde eines der erfahrensten Bergleute seiner Zeit kommen, und es scheint mir daher nicht unpassend, die wichtigsten der von ihm angeführten Erfahrungen kurz hier zusammenzustellen.

1) Trebra bemerkt, daß alles Gestein im Innern der Gebirge in geringem Grade feucht sey; selbst das, was der Bergmann trocken zu nennen pflegt, klebt noch immer an den Wänden, und die feuchtesten Stellen der Gruben liegen nie auf den Höhen auch noch so ausgedehnter Berge, sondern stets in der Tiefe, nahe den Thälern, oder am meisten unter dem Niveau derselben, selbst in dem Falle, wenn das Gestein ohne sichtbare Klüfte ist.

2) In Beziehung auf die Menge des fließenden Wassers in den Gruben zeigt sich dieselbe ungemein deutlich abhängig von dem Einflusse der Witterung an der Oberfläche, zugleich auch mit einigen sehr wichtigen Modificationen. Anhaltendes Regenwetter oder das Schmelzen des Schnees auf der Oberfläche bringen nämlich deutlich eine Vermehrung des Gewässers in den Bergwerken hervor, selbst wenn sie in sehr festem Gesteine stehen; doch geschieht diese Vermehrung nicht gleichzeitig, sondern, wie es bei genauerer Betrachtung der Fall seyn muß, nur allmählig und fortschreitend. Zuerst nämlich sieht man nach einigen Tagen einen vermehrten Wasserzufluß in den oberen Theilen der Gruben, etwas später dann zeigt sich derselbe immer tiefer und tiefer;

er hält nämlich dort noch einige Zeit hindurch an, wenn das nasse Wetter schon übergegangen ist, und verschwindet so allmählig, wie er gekommen ist, erst von oben her und dann tiefer und tiefer. — Es zeigt sich ferner, wie Trebra ausdrücklich bemerkt, bei allen im Innern der Gruben aus den Felswänden hervordrängenden Wasserstrahlen (Quellen), daß dieselben in der Richtung von oben nach unten heraustreten; und dringt ja etwa einmal ein Wasserstrahl von unten nach oben heraus, so läßt sich auch der Gegendruck, welcher ihn treibt, stets in der Nähe leicht nachweisen. Merkwürdig ist übrigens noch der auffallende Unterschied, welcher in den Wirkungen des Regens auf die Menge des Grubenwassers nach dem Unterschiede der Jahreszeiten bemerkt wird. Im Sommer nämlich vermehren starke Regengüsse die Grubenwasser nur sehr unbedeutend, im Winter degegen wirken schon schwächere sehr fühlbar; der Grund davon ist leicht einzusehen, denn im Sommer ist der Boden meist ausgetrocknet und trägt thätige Vegetation, aber im Winter fehlt beides, und das Wasser sinkt unaufgehalten der Tiefe zu.

Die Glaubwürdigkeit dieser Bemerkungen wird übrigens noch in hohem Grade bestätigt, wenn wir uns der Vorrichtungen erinnern, welche der Bergmann wählt, um die Gruben vor Wasser zu schützen. Man hütet sich, wenn man es irgend vermeiden kann, Gruben, welche mit Wasser beschwert sind, in das Innere von klüftigen Gebirgsarten oder in die Nähe von Thälern zu führen, welche fließende Wasser enthalten; man legt auf der Oberfläche der Berge über den Gruben mit Erfolg sogenannte Fluthgräben an, um das Wasser oben abzuführen und es am Eindringen in das Innere zu verhindern; man bemüht sich endlich, die oberen Stollen größerer Baue wasserdicht zu machen, um die Wasser auf ihnen abzuleiten, und sie zu hindern, mehr in die Tiefe zu dringen; läßt deßhalb selbst oft beträchtliche Erzmittel stehen und dergleichen.

Doch das Gesagte mag hinreichen, um zu beweisen, daß das Wasser wirklich von der Oberfläche der Erde

in jede beliebige Tiefe eindringt, und daß, wenn anders genug atmosphärische Wasser niederfallen, kein mechanisches Hinderniß vorhanden ist, um sie durchs Innere der Erdschichten nach den Ursprungsorten der Quellen zu führen.

II. Ein zweiter Einwurf, den man der Ansicht von der Entstehung der Quellen aus atmosphärischen Niederschlägen gemacht hat, besteht in Folgendem: Man bemerkt, daß viele größere Flüsse mit reichen Quellen in hohen Gebirgen entspringen, welche wenigstens sechs Monate im Jahre hindurch mit Schnee und Eis bedeckt sind, und auf denen es während dieser Zeit fast niemals thaut. Die sich niederschlagenden Dünste müssen also auf diesen Punkten fortwährend gefrieren und können den Quellen keinen Zufluß geben.

Diesen Einwurf, welcher besonders gegen Halley gerichtet war, hat besonders der Holländer Lulof sehr ausführlich vorgetragen. Er brachte dabei vorzugsweise die Alpen in Erinnerung, aus welchen der Rhein, die Donau (durch den Inn vorzugsweise), die Rhone, der Po, die Etsch u. s. w. ganz oder größtentheils aus den höchsten Gegenden ihre Quellenzuflüsse erhalten; und doch, sagt er, flößen diese Ströme im Winter sogar stärker, als im Sommer. Auch Torbern Bergmann schien dieser Einwurf von Wichtigkeit; doch ist es nicht schwer, ihn zu widerlegen.

Es ist nämlich durch die genaueren Nachrichten, welche wir später von der physischen Beschaffenheit der Alpen erhalten haben, erwiesen worden, daß allerdings die Flüsse, welche in den höheren Gegenden entspringen, bedeutenden Mangel an Zufluß während des Winters erleiden, und daß sie sich also in dieser Beziehung gerade umgekehrt verhalten, wie die Flüsse des niedrigen Landes.

Besonders überzeugend und klar ist diese Thatsache von de Luc dargestellt worden. Vom October bis zum März, sagt er, thaut es auf den hohen Alpen fast niemals; die ungeheuren Gletschermassen, welche ihrer Natur nach vorzugsweise im Frühlinge und Herbst anwach-

sen, bleiben starr gefroren, und auf ihrer Oberfläche, in den Hochthälern, so wie auf den Spitzen der Berge, häufen sich fortwährend ungeheure Schneelasten. Während dieser Zeit hören fast alle die unzähligen Gießbäche und Quellen, welche in höheren Gebirgen entspringen, auf, und nur ein Theil derselben, welcher von den Auflagerungsflächen der Gletscher auf den Boden herkommt, fließt, wenn gleich mit sehr verminderter Stärke, fort. Dort nämlich schmilzt die Wärme der Erde, welche von dem Boden ausstrahlt, fortwährend an den untersten Eisschichten ab, und das Tröpfeln derselben hört in den Gletscherhöhlen selbst während des kältesten Winters nie ganz auf. So sieht man es sehr deutlich an der Rhone, deren stärkste Quellen aus den Höhlen des Rhonegletschers hervorströmen.

Inzwischen wird der Stand der Flüsse, welche ihren Zufluß aus dem Hochgebirge erhalten, bis auf sein Minimum erniedrigt; die Rhone und der Rhein sind während dieser Jahrszeit höchst unbedeutend. Im Monat März indeß, sobald die Sonne merklicher steigt und die Dauer der Nächte sich verringert, beginnt der Schnee erst am unteren Rande der hohen Berge zu schmelzen; bald fangen auch aufs Neue die Quellen und Bäche in den unteren Regionen zu fließen an, und sie folgen im Verlaufe der Zeit fortwährend höher und höher hinauf, je mehr der Schnee sich in die höchsten Theile des Gebirges zurückzieht. Endlich im Sommer, wenn das Thauen überall allgemein wird, wenn die warmen Winde von der Südseite der Alpen (der Föhnwind) durch die Hochthäler dringen, zerreißen die ungeheuren Eisklumpen durch die ungleiche Ausdehnung an der Oberfläche und in der Tiefe in ungeheure zahllose Stücke, welche wie die Wellen eines Meeres von einander durch bedeutende Zwischenräume getrennt werden. Die Größe der Fläche, welche durch die Sonnen- und Luftwärme angegriffen werden kann, vervielfältigt sich. Dann wird das Schmelzen allgemein, und der unerschöpfliche Eisklumpen schwellt in den höheren Thälern alle Quellen

und Gießbäche, und durch sie erreichen die Gebirgsströme ihr Maximum in der heißen Jahrszeit.

So ist es denn in Genf nach de Luc's vieljährigen Erfahrungen eine sehr bekannte Thatsache, daß die Rhone vom März bis zum August fortwährend anwächst, und daß ihr Stand von da bis zum Oktober wieder allmählig abnimmt. Das Verhältniß des Flusses zum Son macht diese Veränderungen dort so ungemein regelmäßig erscheinend. So ist es auch der Fall mit dem Rheine am Bodensee und mit der Aar, welche gleichfalls beide aus hohen Gletscherthälern hervortreten und sich in Seen entladen.

Ja, in den höheren bewohnten Thälern der Alpen ist sogar der Einfluß der verschiedenen Wärme einzelner Sommertage auf den Reichthum der Quellen sehr sichtbar; wenn die Sonne den ganzen Tag hindurch geschienen hat, so erreichen die Gletscherbäche am Abend ihren höchsten Stand; ihr Zufluß beginnt gegen die Nacht hin allmählig abzunehmen, und wächst wieder stufenweise von Sonnenaufgang her; ja, de Luc führt in dieser Rücksicht die sehr merkwürdige Thatsache an, daß er in den Alpen Bäche gesehen habe, welche bei Sonnenaufgang versiegt waren, gegen den Abend aber reichlich flossen. — Es ist folglich dieser Einwurf gegenwärtig auf eine gewiß sehr genügende Weise widerlegt.

Nichtsdestoweniger hat die Zweifelsucht älterer Naturforscher und die Neigung zum Wunderbaren der einfachen Ansicht von dem Ursprunge der Quellen lange Zeit hindurch keinen Eingang verschafft. Beobachtungen localer Eigenthümlichkeiten einzelner Quellen führten zu sehr verschiedenen Ansichten über ihren Ursprung, welche man allgemein auf sie anwandte, und die eine mehr oder minder bedeutende Autorität erlangt haben; wir wollen daher einige der bedeutenderen hier noch einer kurzen Beleuchtung unterwerfen.

Vor Allem hat lange Zeit hindurch die Meinung vieler Gelehrten im Ansehen gestanden, daß die Quellen durch unterirdische Zuflüsse aus dem Meere genährt würden, und es war dieß in der That früher eine sehr

allgemein angenommene Vorstellung; denn man war, wie wir gesehen haben, nicht berechtigt, die Menge des atmosphärischen Wassers für hinlänglich zu der Ernährung der Quellen zu halten, und bei solchem Verhältnisse hätte dann doch das Meer durch die fortwährend hineinströmenden Gewässer müssen überfüllt werden. Solch eine Ueberfüllung oder Uebertreten des Meeres aber trat wirklich nicht ein, und es ist deßhalb die Meinung, daß das Meerwasser auf irgend eine Weise zur Speisung der Quellen beitrage, schon sehr alt, und wahrscheinlich zuerst von Lucrez vorgetragen. Die Art aber, wie die Naturforscher sich diesen Apparat der Quellenerzeugung dachten, war nach dem jedesmaligen Zustande der Wissenschaft sehr verschieden.

Alle zunächst stimmen sie wohl darin überein, daß das Meer seines Ueberflusses sich durch unterirdischen Abfluß in Kanälen entledige. Man nahm ferner ziemlich allgemein einige Meeresstrudel, besonders im Mittelmeere, deren Größe man gewöhnlich sehr übertrieb, als Zeichen des Daseyns solcher Ableitungen an, und versäumte nicht, sie auf älteren Karten deßhalb besonders hervorzuheben.

Auf solche Weise denn sollten sich die Meereswasser in unterirdischen Behältern unter der Oberfläche der Continente versammeln, und von hier aus nun an die Ursprungsorte der Quellen gehoben werden. Die Wege aber, auf welchen diese Zuleitung geschehen sollte, glaubte man, seyen verschieden, und man nahm deren hauptsächlich drei an:

1) Die älteste aller Annahmen war die, daß das Wasser im Innern der Erde auf dem Wege der Destillation aufsteige. Diese Vorstellung ward insbesondere durch Athan Kircher vertreten; später besonders durch Descartes, und unter den Neueren neigten vorzugsweise zu ihr, wenn gleich mit Beschränkungen, Lulof und Torbern Bergmann.

Die Vorstellungen Athan Kircher's über diesen Gegenstand waren besonders wunderlich, ja wohl abenteuerlich. Er nahm nämlich mit vielen seiner Zeitgenossen

im Innern der Erde ein Centralfeuer von heftigen Wirkungen an: durch dasselbe sollten die Wasserbehälter im Innern erhitzt werden; die aufsteigenden Dünste, meinte er, würden dann in Höhlen im Innern der höheren Berge abgekühlt, welchen er die Gestalt von Helmen der Destillirblasen zuschrieb, und sie liefen dann tropfbarflüssig an den Wänden herab, bis sie irgendwo einen Ausgang fänden. Diese Vorstellung hat Kircher durch seltsame Abbildungen erläutert.

Da es indeß in die Augen springend ist, daß Form und Lage der Höhlen in den Bergen wohl nur in den seltensten Fällen dieser Ansicht entsprechen, so nahm Descartes an, daß die Wasserdünste durch die feinen Ritzen, Klüfte u. s. w. des Gesteines in die Höhe stiegen, daß sie, oben verdichtet, nicht wieder durch die kleinen Oeffnungen, durch welche sie aufstiegen, zurück könnten, und daher gesperrt würden, bis sie irgendwo wieder, zu größerer Menge vereinigt, sich hervorzudrängen vermöchten.

Gegen diese Ansicht findet sich zunächst eine bei Gehler vorgetragene (und schon theilweise von Lulof und Bergmann als richtig erkannte) Bemerkung, daß es unmöglich sey, wie stark erwärmte Dünste sich in engen und so langen Kanälen von den inneren Behältern bis zu den Gipfeln dunstförmig erhalten könnten. Sie müßten vielmehr höchst wahrscheinlich in nicht geringer Entfernung (an den Decken der unterirdischen Behälter) schon condensirt werden und in die Behälter zurückfallen. Auch haben die genannten Naturforscher sehr richtig bemerkt, daß, wenn die Quellen auf die vorausgesetzte Art entständen, längst das Innere der Erde mit Salz müsse erfüllt worden seyn (wenigstens doch viele Höhlen). Das Meer aber müßte dann fortwährend an Salzgehalt verlieren, und dieß anzunehmen, ist bekanntlich gar kein Grund vorhanden.

Sehr schlagend ist ferner noch der Einwurf, welchen de Luc sowohl dieser Ansicht, als allen ähnlichen gemacht hat. Wäre nämlich die angenommene Ursache gegründet, so müßten die Quellen auf hohen Bergen

im Winter viel reichlicher fließen, als im Sommer, denn die Destillirvorrichtung müßte durch die Eis- und Schneedecke am Helm der Blahn zum schleunigeren Destilliren disponirt werden, wie sie es bei unseren künstlichen Destillationsapparaten thut, wenn die Helme der Blahn stark erkältet werden. Eben so müßten die Flüsse der Ebene im Sommer reichlicher durch atmosphärisches Wasser getränkt werden, als im Winter, weil dann mehr Dampf aus dem Innern der Erde entweichen könnte, um sich als Regen aus derselben niederzuschlagen. Es verhalten sich aber diese Erscheinungen in der Natur gerade entgegengesetzt.

Dennoch scheint es Quellen zu geben, deren Ursprung auf dem angegebenen Wege, wenn gleich nicht mit der Dazwischenkunft des Meeres, in hohem Grade wahrscheinlich ist. Diese kommen in vulcanischen Gegenden vor, wo die Hitze des Bodens in geringer Tiefe oft Jahrhunderte lang anhält, und die Wasser, welche dort hindringen können, durch schnelle Verdampfung ergriffen werden.

Dolomieu sah einen Fall dieser Art auf der Insel Pantellaria. Dort befindet sich nämlich an den Abhängen eines Vulcanes eine Grotte, aus deren Boden fortwährend ein warmer Dampf aufsteigt, welcher sich an der Decke derselben verdichtet und, an den Wänden ablaufend, einen kleinen Bach bildet. F. Hoffmann hat diese Quelle nicht wiederfinden können, wohl aber sah er dort an den Oeffnungen einiger Felsenspalten, aus welchen Fumarolen hervordringen, analoge Wasseransammlungen, welche zum Tränken der Viehherden benutzt werden.

Ganz einen ähnlichen Ursprung muß eine Quelle auf Stromboli haben, welche hoch am Berge mitten in vulcanischer Asche entspringt und fortwährend etwas Wasser gibt.

Auf künstlichem Wege ist dasselbe von Breislok an der Solfatara erreicht worden.

A. v. Humboldt führt eine ähnliche Erscheinung von dem Pic von Teneriffa an. Als er denselben be-

stieg, sah er auf der kleinen Ebene la Rambleta, welche die Abhänge seines Gipfels umgibt, einige Löcher, an deren Wänden sich fortwährend aus dem Innern des Berges hervortretende Wasserdämpfe condensirten, und welche die Einwohner sehr bezeichnend Narines del Pico nennen. Er schreibt ihren Ursprung dem in Höhlen des Berges eingeschlossenen Regen- und Schneewasser zu.

Neuerlich ist namentlich durch Scrope noch der Ursprung vieler heißen Mineralquellen auf ähnlichem Wege sehr wahrscheinlich gemacht worden. Die Bedingungen zum Entstehen solcher Quellen sind indeß von so rein localer Natur, daß wir sie mit Recht nur als seltene Ausnahmen betrachten, und von diesen Beispielen daher keine Anwendung auf die Theorie von der Quellenerzeugung im Allgemeinen machen können.

2) Eine andere Annahme ist, daß die Wasser zu den Quellen durch die Wirkung der Adhäsion oder die Haarröhrchenkraft mögen gehoben werden. Sie machten hauptsächlich der holländische Geograph Varinius und der Engländer Dernam.

Wasser, welches in Gefäßen eingeschlossen ist, steht bekanntlich an den Wänden derselben vermöge der Adhäsion stets etwas höher als in der Mitte; befindet es sich nun in engen Röhren oder in Spalten, deren Wände nahe an einander liegen, so fließen diese erhöhten Ränder zusammen, und es erfolgt dadurch ein Erhöhen oder Steigen des Wasserspiegels in der Röhre, und dieses dauert so lange fort, bis das Gewicht von der aufgestiegenen Wassersäule sich mit der Adhäsion ins Gleichgewicht setzt. Es wird daher das Wasser in der Röhre um so höher steigen, je enger die Röhrchen sind, und zwar steht die Höhe des Steigens zum Durchmesser der Röhre, wie wir schon seit Muschenbröck's Versuchen wissen, in einem einfach umgekehrten Verhältnisse.

Auf solche Weise nun also, meinten die genannten Naturforscher, solle das in den Höhlen der Erde angehäufte Regenwasser durch die feinen Zwischenräume der Stein- und Erdlagen, Klüfte u. s. w. bis auf die Höhe

der Berge hinauf aufgesaugt werden, und endlich oben ausfließen. Diese Ansicht, ungeachtet sie viele Anhänger gefunden hat, ist dennoch schon aus dem Grundsatz der Kapillarität selbst völlig unzulässig.

Schon ältere Naturforscher, Lulof, Bergmann, Gehler, haben gezeigt, wie unendlich fein in der That jene Zwischenräume seyn müssen, welche auf diesem Wege das Wasser bis zu mehreren 100 Fuß Höhe könnten steigen lassen. Erst neuerlich hat Parrot der Aeltere noch nachgewiesen, daß zur Hebung von 2000 Fuß Höhe Zwischenräumchen von $^1/_{100000}$ Linie Stärke gehören. Es haben aber Versuche erwiesen, daß die Körper, welche die Erdrinde gewöhnlich bilden, in der That sehr viel größere Zwischenräume haben, daß also das Wasser in ihnen so hoch wirklich nicht steigen könne. Perrault nahm den feinsten geschlämmten Flußsand, welchen er erhalten konnte, und stampfte ihn eng und fest in einer Röhre zusammen; er sah indeß das Wasser darin nur um 18 Zoll steigen, und in gröberm Sande stieg es gar nur 10 Zoll.

Ferner aber auch kann das Wasser, welches in Haarröhrchen gestiegen ist, durch Oeffnungen an den Seiten oder am obern Ende der Röhre, in welcher es durch Adhäsion festgehalten wird, nicht ausfließen, sondern es bleibt an den Wänden hängen. Diese Thatsache ist durch unzweifelhafte Erfahrungen festgestellt. Zwar will Athan Kircher mit einem Gipssäulchen das Gegentheil gefunden haben; allein schon Perrault hat gezeigt, daß dieser Versuch müsse erdichtet seyn, und späterhin ist von Lulof sehr richtig bemerkt worden, daß, wenn er wahr sey, ja das so oft vergeblich gesuchte perpetuum mobile gefunden seyn würde. Lulof verfertigte auch aus Stoffen, welche das Wasser leicht anziehen, Körper von der Gestalt kleiner Berge, und machte auf ihren Spitzen eine Vertiefung; er setzte sie dann mit ihrem Fuße ins Wasser, fand aber niemals etwas in die Vertiefungen geflossen.

Man hat übrigens bei Aufstellung dieser Ansicht noch unberücksichtigt gelassen, daß das Meerwasser durch blo-

ßes Durchseihen in seinen Röhrchen nicht von seinem Gehalt an Salz befreit werden könne; und sollte dies auch zum Theil der Fall seyn, wie es wohl möglich scheint, so ist der schon von Lulof gemachte Einwurf gewiß sehr richtig, daß durch die in den Zuführungskanälen zurückbleibenden Salztheilchen schon längst alle Zwischenräume verstopft seyn müßten.

3) Ein dritter Weg der Erhebung süßen Wassers zu den Ursprungsorten der Quellen, wäre ein heberförmiger Zusammenhang des Meeres durch Röhren mit dem Wasser im Innern der Erde.

In Röhren, welche mit einander heberförmig communiciren, stehen bekanntlich Flüssigkeiten von gleicher Dichtigkeit stets in demselben Niveau, ihre Durchmesser mögen auch noch so verschieden seyn; haben sie aber eine verschiedene Dichtigkeit, so verhalten sich die Höhen in solchen Röhren umgekehrt wie diese Dichtigkeiten. Dies Gesetz, von dem u. a. die Construktion der Barometer abhängig ist, indem eine ungeheure lange Luftsäule der Quecksilbersäule von 28 Zoll mittlerer Länge das Gleichgewicht hält, würde sich sehr füglich auch auf das Verhältniß des Meerwassers zum süßen Wasser anwenden lassen, wenn beide mit einander durch unterirdische Kanäle in Verbindung ständen. Das mittlere specifische Gewicht beider Flüssigkeiten verhält sich bekanntlich nahe wie 100:103; es würde also eine Meerestiefe von 100 Fuß bei dieser vorausgesetzten Verbindung einer Quellwassersäule von 103 Fuß Länge das Gleichgewicht halten. Nehmen wir nun aber an, daß das Meer, wie es la Platze voraussetzt, eine mittlere Tiefe von 2½ geographischen Meilen habe, oder etwa 60000 Fuß, was gewiß das äußerste annehmbare Verhältniß ist, so würde das Meerwasser im Stande seyn, Quellen bis nahe in einer Höhe von 2000 Fuß über dem Meeresspiegel hervorzubringen.

Wir bemerken, daß diese Ansicht wohl vorzugsweise scheint ersonnen worden zu seyn, um das Ausbrechen von Quellen nahe auf den Gipfeln höherer Berge zu erklären. Solche Quellen haben an mehreren Orten

schon früh die Aufmerksamkeit der Naturforscher erregt, weil sie gewöhnlich einen sich sehr gleichbleibenden Wassergehalt besitzen, und doch, wie es scheint, keinen Zufluß von Regenwasser aus dem Innern von höheren Punkten erhalten können.

So sah Kolbe dergleichen sehr berühmt gewordene Quellen auf dem Gipfel des Tafelberges am Kap in 1857 Fuß Höhe; und nahe am äußersten Gipfel des Brockens entspringt z. B. der oft besprochene Hexenborn in 3400 Fuß Meereshöhe.

Hier, meinte man, sey die Annahme eines Druckes von unten herauf unerläßlich, und besonders in Bezug auf den Brocken hat es nicht an sehr abenteuerlichen Vorstellungen von einem innern Bau des Gebirges gefehlt, welcher zur Erreichung dieses Zweckes nothwendig zu seyn schien. Abildgaard sah auf einem der höchsten Punkte der Insel Moen in etwa 450 Fuß Meereshöhe bei Högerups Kirche eine starke Quelle hervortreten, und hielt ebenfalls kein anderes Mittel für die Erklärung von der Art ihrer Entstehung möglich.

Es lassen sich indeß dieser Ansicht dieselben Einwürfe entgegensetzen, welche wir bereits der Kapillaritätstheorie gemacht haben. Denn vorausgesetzt, daß solche unterirdische Verbindungen zwischen dem Meere und den Bergen wirklich nachweisbar wären, so verliert doch das Meerwasser seinen Salzgehalt durch den Druck nicht, und selbst, wenn dieß der Fall wäre, so müßten doch die Zuleitungskanäle längst vom Salzgehalte, den sie aufnehmen, verstopft seyn, oder wir müßten doch in dem Innern der Berge überall Salzmasse zerstreut finden. Gesetzt aber auch, daß diese Schwierigkeiten überwunden werden könnten, so zeigt sichs doch, daß diese Ansicht nur auf Quellen bis zu höchstens 2000 Fuß Höhe unter den günstigsten Umständen eine Anwendung findet, und wir besitzen doch dergleichen bis zu 12000 und 15000 Fuß Höhe und darüber.

Ueberdieß läßt sich auch von den eben erwähnten Quellen noch nachweisen, daß sie füglich von der Menge der atmosphärischen Niederschläge, die sich besonders bei den

erstgenannten Bergen so vielfach als Nebel und Thau bilden (beim Tafelberge kommen sogar noch die Dünste, welche aus dem Meere aufsteigen, in Anschlag), können gespeist werden. Die Brockenquelle namentlich liegt nach einem Nivellement von Silberschlag noch 18 Fuß unter dem breiten Gipfel des immer befeuchteten Berges, und doch versiegt sie zuweilen in trockenen Jahren, wie dieß 1786 und 1822 der Fall war. Sie ist eine der Quellen, welche rein auf dem von Halley beobachteten Wege ernährt wird, und wir kennen in unseren Gebirgen deren viele ähnliche, so z. B. auf dem Gipfel des Zobtenberges in Schlesien, am Ochsenkopf im Fichtelgebirge und dergleichen.

Nichts destoweniger liegt doch dieser Theorie von der Entstehung der Quellen durch Verbindung mit dem Meere eine in der Natur begründete Wahrnehmung zum Grunde; denn es gibt in der That Quellen, welche in einer nachweisbaren hydrostatischen Verbindung mit dem Meere stehen, wie dieß hauptsächlich daraus hervorgeht, daß ihr Stand von dem des Meeres deutlich abhängig erscheint. Solche Quellen sind besonders häufig an flachen Sandküsten bekannt, und besonders da auffallend, wo ein starker Wechsel von Ebbe und Fluth vorhanden ist, denn sie nehmen Antheil an dieser Bewegung.

Diese merkwürdige Erscheinung war schon den Alten bekannt, und namentlich erwähnt Plinius solche Quellen in der Gegend von Cadix und an mehreren Orten der spanischen Küste. In neueren Zeiten machte uns Lulof mit einer Menge solcher Quellen längs der Küste von Holland bekannt, insbesondere bei Bergen op Zoom, Scheveningen, Kattwyk am Zee u. s. w. Hans Egede sah dergleichen auf Grönland, welche die Eigenschaft haben, nur zu den Zeiten der Springfluth frei auszutreten. Olassen und Povelsen haben eine solche Quelle zu Budem im westlichen Island beschrieben, welche etwa 100 Schritt von dem Meere entfernt ist und gegen 30 Fuß höher liegt; bei hoher Fluth ist ihr Becken voll, bei der Ebbe dagegen trocken, und der Unterschied ihres Wasserstandes beträgt etwa 1 bis 1½ Fuß; man

kennt dort noch einige ähnliche Beispiele. F. Hoffmann hat Gelegenheit gehabt, eine ganz gleiche Erscheinung an zwei Brunnen auf der Sandinsel bei Helgoland zu beobachten, bei welchen sich die Höhe des Wasserspiegels um 2 bis 3 Fuß ändert; der höchste Stand tritt bei denselben zugleich immer etwas später ein als die höchste Fluth, und umgekehrt, auch ist der Einfluß der Springzeit durch vermehrten Unterschied sehr bemerkbar. Es würde leicht seyn, die Zahl dieser Beispiele noch zu vermehren.

Zur Erklärung dieses Verhältnisses, scheint uns, bedarf es keineswegs der Annahme einer offenen Verbindung des Meeres mit dem Quellwasser; denn höchst wahrscheinlich dringt das erstere nur bis zu gewisser Tiefe in die Oberfläche des Sandgrundes ein und begegnet dort dem süßen Wasser, welches vom Festlande herabrinnt. Steigt nun das Meer bei der Fluth, so übt es natürlich einen stärkern Druck auf die benachbarten Erdschichten aus und preßt das süße Wasser gleichsam aus ihnen hervor; sinkt aber das Meer wieder bei der Ebbe, so kann auch das süße Wasser zurückfließen. Dieß zeigt sich u. a. ganz deutlich bei vielen süßen Quellen, welche an der niederländischen, dalmatinischen und istrianischen Küste auf dem Grunde des Meeres austreten, und welche nur zur Ebbezeit springen, wenn der Druck des darüber stehenden Salzwassers aufhört. — Jedenfalls aber ist hier immer nur von einer unter sehr lokalen Umständen sich zeigenden Erscheinung die Rede, welche auf die allgemeine Ansicht von der Entstehung der Quellen keinen Einfluß hat.

Noch könnte den hier angeführten Ansichten dieser Art eine große Anzahl anderer hinzugefügt werden, welche indeß alle bei weitem weniger Wahrscheinlichkeitsgründe für sich aufzuweisen haben. Unter anderen gehört dahin die Ansicht von Woodward, welche neuerlich Silberschlag wieder aufnahm, daß das Innere unserer Erde eine große Wasserkugel sey, welche durch Spalten in dem Boden mit der Oberfläche in Verbindung stehe und sich daselbst als Quellen ergieße, von dem Meere

aber ergänzt werde. Es ist indeß bekannt, daß unser Erdkörper, schon seines specifischen Gewichts wegen, nicht aus Wasser bestehen kann.

Seit Mariotte und Halley zuerst ihre mißlungenen Versuche machten, hat es verhältnißmäßig sehr lange gedauert, bis man es wieder wagte, die einzig mögliche mathematische Beweisführung zu versuchen, daß des jährlich aus der Luft niederfallenden Wassers genug sey, um die jährliche Verdunstung sowohl als den Wasserschatz zu bestreiten, welchen die Quellen und Flüsse ins Meer führen. Der Vortheil, welchen die Wissenschaft davon ziehen würde, wenn man nach Sedileau's Vorgange ein Insellland zu solchem Versuche wählte, blieb noch in guter Erinnerung; doch unternahm es erst 100 Jahre später, nämlich im Jahre 1799, John Dalton, eine solche Arbeit auf England wieder anzuwenden, und sie ist es, welche bis jetzt als die Fundamentalarbeit zur Begründung unserer Ansicht von der Circulation des Gewässers auf der Erde betrachtet werden muß. Wir wollen daher die Hauptelemente derselben hier kurz anführen.

Dalton beginnt damit, die jährlich auf England niederfallende Regenmenge nach den vorhandenen Beobachtungen auszumitteln.

Zu solchem Zwecke bedient man sich eines einfachen und schon sehr lange gebrauchten Werkzeuges, des sogenannten Ombrometers oder Hyetometers. Dasselbe besteht in einem flachen Gefäße, am einfachsten mit einem viereckigen Boden von genau bekanntem Flächeninhalte, das, vor Wind und Sonne geschützt, dem Regen frei ausgesetzt ist. Der Boden wird, wenn er horizontal liegt, bei fallendem Regen überall gleich hoch vom Wasser bedeckt werden, und man darf daher nur die Höhe des bei jedem Regen gefallenen Wassers messen, und alle Regenhöhen eines Jahrs addiren, so hat man die Menge des Regenwassers, das im ganzen Jahre auf diese Fläche und ihre Umgebungen niedergefallen ist. Indessen sind solche offene Gefäße zu sehr der Verdunstung ausgesetzt, und um daher die daraus entspringende

Ungenauigkeit zu vermeiden, auch die Nothwendigkeit einer bei jedem Regenfalle wiederholten Beobachtung zu umgehen, gibt man dem Gefässe jetzt eine trichterförmige Gestalt, durch welche das Wasser am zweckmäßigsten in eine, mit einer nach Cubikzollen getheilten Skale versehene, gläserne Röhre geführt wird. Es bedarf dann nur einer sehr leichten Rechnung, um zu finden, wie hoch das in dieser Röhre befindliche Regenwasser auf der Oberfläche, auf welche es ursprünglich gefallen ist, stehen würde, wenn davon weder durch Einsaugung, noch durch Verdunstung etwas verloren ginge. Dieses Maß nimmt man dann für die nächste Umgegend zum Anhalte. Da aber an wenig von einander entfernten Punkten nach den Verhältnissen ihrer Lage oft zu gleicher Zeit eine sehr verschiedene Regenmenge fällt, so pflegt man, um die Regenmenge eines Landes einigermaßen annähernd genau zu schätzen, Beobachtungen an möglichst vielen Ombrometern anzustellen und daraus das Mittel zu nehmen.

Dalton standen, um die mittlere Regenmenge von England zu bestimmen, 30 zum Theil bis 15jährige Beobachtungs-Journale zu Gebote. Es zeigte sich darnach, daß es in den Küstengegenden der Inseln, namentlich an der Südwestküste, welche am meisten den Einflüssen des offenen Weltmeeres ausgesetzt ist, ungleich mehr regnet als im Inlande.

So z. B. bei Haslingden in Lancashire . 60 Zoll
zu Plymouth . . . . 46,5 „
zu London 23

und in Gebirgsgegenden regnet es nach seinen Angaben wohl 2 bis 3 Mal so stark wie im flachen Lande.

Das Mittel aus allen diesen Beobachtungs-Journalen gab jährlich

für die Küstenländer . . . . 38,5 engl. Zoll
für die inländischen Provinzen aber 24,4 „ „

Das Mittel aus diesen beiden Größen oder die mittlere Regenmenge des Jahres für ganz England war daher
31,4 engl. Zoll.
(Der Schnee ist dabei mitgerechnet).

Um indessen die Größe der ganzen Wassereinnahme des Landes zu kennen, ist es nöthig, auch noch die Menge des Thaues zu bestimmen, welcher, wie neue Versuche gelehrt haben, ganz entschieden aus der Atmosphäre stammt, nicht, wie früher geglaubt ward, aus der Erde. Die einzigen hierüber angestellten Versuche sind von Hales gemacht worden, und sie ergeben dafür jährlich

3,28 engl. Zoll.

Dalton zeigt aber aus entwickelten Gründen, daß dieß viel zu wenig sey, und nimmt daher statt dessen

5 Zoll an.

Den Niederschlag durch Nebel und Wolken auf den Bergen läßt er dabei unberücksichtigt, und nimmt daher mit Recht an, daß 36 Zoll (3 Fuß) aus der Atmosphäre niedergeschlagene Wassermenge eher zu wenig als zu viel angenommen seyn werde.

Diese Wassermasse, auf den bekannten Flächenraum von England vertheilt, gibt nach Dalton's Rechnungen die ungeheure Summe von 4,135,760,690,000 engl. Cubikfuß oder 28 engl. Cubikmeilen, oder etwa 0,256 deutsche Cubikmeilen für die jährliche Einnahme Englands an atmosphärischem Wasser.

Es fragt sich nun, wie sich dagegen die jährliche Ausgabe verhält. Dalton berücksichtigt nur die beiden Mittel der Quellen und der Verdunstung, und vernachlässigt das durch Pflanzen und Thiere absorbirte Wasser, da auch Wasser durch ihre Zersetzung und durch ihre fortdauernden Funktionen erzeugt wird.

Um die mittlere Wassermenge eines Flusses auszumitteln, bedarf es nur einer Kenntniß von der Schnelligkeit seines Laufes in gegebenen Zwischenräumen, und der Kenntniß der Breite und Tiefe seines Bettes in gewissen Jahreszeiten; diese Größen aber lassen sich durch Beobachtung leicht finden, und Dalton verfuhr auf diese Weise zunächst mit der Themse bei London. Er fand ihre jährliche Wassermenge 166,624,128,000 Cubikfuß, d. h. $^1/_{25}$ der jährlich auf England niederfallenden Wassermenge, während das Flußgebiet der Themse

ungefähr $^1/_8$ des ganzen Flächenraums von England ausmacht. Um die Wassermenge aller übrigen Ströme Englands zu bestimmen, bediente sich Dalton sehr wahrscheinlicher (wenn gleich etwas zu großer) Schätzungen, und er fand demnach, daß alle Flüsse von England und Wales zusammengenommen, mit der Themse etwa das 9fache der Wassermenge der Themse ins Meer schicken, also etwa $^9/_{25}$ des gesammten Niederschlages an atmosphärischem Wasser. Dieß würde mithin von der oben angegebenen Summe derselben etwa 13 Zoll (genauer 12,96 Zoll) ausmachen, und es würden nun also noch reichlich 23 Zoll zu anderweitigen Ausgaben übrig bleiben.

Um die Menge des durch Verdunstung jährlich entweichenden Wassers zu bestimmen, müssen die in dieser Beziehung verschiedenen Zustände der Oberfläche des Festlandes berücksichtigt werden. Sie besteht entweder aus Wasser oder sie ist mit Pflanzen bedeckt, oder sie zeigt kahlen Boden; bei ersterm ist die Verdunstung unter sonst gleichen Umständen am größesten, bei dem letztern am kleinsten. Um die Werthe dafür kennen zu lernen, bedient man sich für die Wasserflächen eines sogenannten Verdunstungsmessers (Atmometer oder Atmidometer), welches zuerst von Dobson in Liverpool eingerichtet wurde. Dasselbe besteht aus einem einfach offenen flachen Gefäße mit ebenem Boden, welches man neben den Ombrometer stellt und mit einer bestimmten Quantität Wasser anfüllt. Die Menge dieses Wassers nun wird durch den Regenfall um ein bestimmtes vermehrt werden, doch nicht um so viel, als die Zunahme des Wassers im Ombrometer beträgt, und die Differenz zwischen beiden Angaben wird natürlich den Werth der Verdunstung ausmachen.

Für die Verdunstung an der Oberfläche der Erde erfand Dalton ein eigenes Instrument, welches er drei Jahre lang beobachtete; es war ein cylindrisches Gefäß von 10 Zoll Durchmesser und 3 Fuß Tiefe, am Boden mit einer Ableitungsröhre versehen. Dieses Gefäß füllte Dalton zu unterst mit Kies und Sand, darüber deckte

er Dammerde, dann tränkte er es mit Wasser bis zur Sättigung, d. h. bis dasselbe durch die Ableitungsröhre abzulaufen begann, und setzte es nun unter freiem Himmel in die Erde. Er beobachtete dann sorgfältig die Wassermenge, welche durch die Ableitungsröhre abfloß, indem er sie in ein davor gestelltes Gefäß auffing, und die Differenz derselben von der im Ombrometer aufgefangenen Regenmasse gab die Menge an, welche der Boden verdunstet hatte. In den ersten Jahren war dieser Boden kahl, in den zwei folgenden aber mit Gras bedeckt; Dalton bemerkte aber, daß diese Verschiedenheit keinen wesentlichen Unterschied in seiner Verdunstungsfähigkeit erzeuge. Das Resultat seiner Beobachtungen gab für die Verdunstungsmenge für England und Wales, oder eigentlich für Manchester im Mittel 25,14 Zoll.

Dort betrug nämlich die jährliche Regenmenge	33,54 „
Die Menge des im Verdunstungsmesser abgelaufenen Wassers	8,4 „
Unterschied .	25,14 Zoll.

Wir hatten aber oben noch 23 Zoll Wasserhöhe zu dieser Ausgabe, und es mangelten daher allerdings bei Anrechnung dieser Ausgabe nun noch 2,1 Zoll. Bei Dalton betrug dieses sogar 7,1 Zoll, denn er rechnete auffallenderweise die ganze Thaumenge mit 5 Zoll unter die Ausgaben, indeß hat Parrot der Aeltere gezeigt, daß dieß sehr mit Unrecht geschehe, denn der Thau wird, gleichwie das andere atmosphärische Wasser, von dem Verdunstungsmesser aufgefangen, und er kommt daher so entweder zu dem abgeflossenen oder zu dem verdunsteten Wasser, und ist mithin unter den erwähnten 25 Zoll schon mit eingerechnet. Diese 2,1 Zoll Differenz sind übrigens eine sehr unbedeutende Größe, und es darf uns dieß Resultat um so weniger zurückschrecken, als Dalton die Niederschläge auf den Bergen, und die Nebel, welche das Ombrometer nicht afficiren, und die in England doch so bedeutend sind, bei der Einnahme nicht mit einrechnete.

Es ist daher die Uebereinstimmung zwischen Einnahme und Ausgabe hierbei in der That als in hohem Grade genügend anzusehen, und wir können die oben vorgetragene Ansicht von der Entstehung der Quellen füglich als durch sie erwiesen betrachten. Dalton hat zwar seinen Zweck vollständiger als sein Vorgänger erreicht, es bleibt jedoch wünschenswerth, eine Arbeit der Art auf sicheren Elementen gegründet, wenn es seyn kann, wiederholt zu sehen.

Vor der Beendigung dieses Gegenstandes müssen noch kurz die Resultate einiger der neusten Arbeiten erwähnt werden, welche mit den hier berührten Verhältnissen in naher Beziehung stehen.

Es ist sehr gewöhnlich, daß, wenn auch im Allgemeinen die Ansicht von der Entstehung der Quellen durch die Gewässer der Atmosphäre feststeht, man dennoch in einzelnen besonderen Fällen eine Ausnahme von dieser Regel annimmt. Zu diesen besonderen Fällen ist das plötzliche übermäßige Austreten von Gebirgsbächen und Flüssen zu zählen, welches in den ihnen nahe liegenden Gegenden große Ueberschwemmungen und Verwüstungen veranlaßt. Der Anblick einer oft so ungeheuren und schnellen Vermehrung der Wassermasse, welche bei solchen Gelegenheiten an einzelnen Stellen beobachtet wird, der Eindruck, welchen die Verwüstungen veranlassen, wenn die ganze vermehrte Wassermasse eines Stromgebietes sich in einem einzigen Hauptthale zusammenfindet, entschuldigt bei den Augenzeugen solcher Ereignisse die Vorstellung, als sey die Menge des in solchen Fällen niedergeschlagenen Regens nicht hinreichend, eine so plötzliche und außerordentliche Vermehrung des Wassers herbeizuführen. Man hört daher gar häufig bei dem Berichte über solche Ereignisse von Revolutionen im Innern der Erdrinde reden, welche die große Wassermasse erzeugt haben; es wiederholt sich dann gleichsam stets von Neuem die Erinnerung an die mosaische Darstellung von der Sündfluth, welche nicht allein die Schleusen des Himmels öffnen, sondern auch die Gewässer aus der Tiefe hervorbrechen läßt, und

solche Ansichten finden um so viel leichter Eingang, als es gewöhnlich bei diesen Ereignissen an allen Mitteln zu fehlen pflegt, auf einem zuverlässigen Wege durch Darstellung der Resultate wissenschaftlicher Beobachtungen dieselben widerlegen zu können. Es wird daher nicht ohne Interesse seyn, gegenwärtig einen in der neuesten Zeit vorgekommenen Fall dieser Art vorzutragen, bei welchem die Hülfsmittel zu einer wissenschaftlichen Construction des Ereignisses vorhanden sind.

Dieser Fall trat im Spätherbst 1824 ein, als das ganze südliche Deutschland durch ein plötzliches gleichzeitiges Austreten fast aller seiner Flüsse ganz unerhörten Ueberschwemmungen ausgesetzt wurde. Besonders trafen dieselben den Oberrhein mit seinen Zuflüssen. Der Hauptstrom stieg bei Gernsheim im Darmstädtischen auf einmal in den letzten Tagen des Oktobers bis auf 22 Fuß über seinen mittlern Stand, und er erhielt sich noch lange (bis zum 3. November) bis zu 12 bis 13 Fuß über demselben. Besonders kolossal war die Wassermenge, welche der Neckar in diesen Tagen durch die Zuflüsse des obern Schwarzwaldes ausführte. Er erreichte bei Eßlingen unterhalb Tübingen eine Breite von mehr als 2000 Fuß Stromwasser, und trat an engeren Stellen des Thales bis zu 33 Fuß über seinen mittlern Stand. Einige seiner obersten Zuflüsse, die Enz und die Nagold, erreichten in engeren Schluchten am Ausgange des Schwarzwaldes gar die Höhe von 50 Fuß über ihren gewöhnlichen Stand und richteten dabei natürlich furchtbare Verwüstungen an. — Die Stadt Mannheim war zu jener Zeit in der größten Gefahr, von der Wuth der bei ihr sich vereinigenden Ströme, Rhein und Neckar, fortgerissen zu werden, Mainz und Worms litten beträchtlich, und in den Niederlanden wurden ganze Provinzen in der Nähe der Rheinmündungen unter Wasser gesetzt.

Fast eben so groß waren in derselben Zeit die Verheerungen, welche das Anschwellen der Donau mit ihren Nebenflüssen anrichtete. Der Lech stieg bei Augsburg schon im flachen Lande um 11 Fuß über seinen

mittlern Stand. Die Donau bei Regensburg gar um 17 Fuß, und der Inn bei Passau, welcher dort muthmaßlich stets mehr Wasser führt als die Donau, stieg gar zu der unerhörten Größe von 25¾ Fuß über den mittlern Stand. Gleichzeitig schwollen auch die Mosel, Ahr, Weser, Leine, Fulda, Elbe, wenn gleich nicht so stark an.

Aber eine große Bestürzung erregte es, daß auch gleichzeitig mit den Flüssen das Meer sich in Bewegung setzte und furchtbare Bewegungen an den Küstenrändern unserer Nachbarländer anrichtete. So wurden die Ufer von Friesland und längs der ganzen deutschen und dänischen Nordseeküste auf eine zuvor seit Jahrhunderte nicht erhörte Weise verwüstet, und gleichzeitig trat die in noch so furchtbarem Andenken gebliebene Sturmfluth in St. Petersburg ein, welche diese Stadt durch das Austreten des durch Weststürme erhöhten Meeres an den Rand des Verderbens brachte.

Es fehlte damals nicht an Personen, welche diese außerordentlichen, gleichzeitig eintretenden Ereignisse mit einander in mehr oder minder wahrscheinliche und wunderbare Beziehung brachten. Man meinte in ihnen die Wirkungen von ungewöhnlichen Aufregungen im Innern der Erde zu finden, welche die gewöhnliche Ordnung der Dinge verkehrt und den Wassern der Tiefe plötzlich den Ausgang verstattet hätten. Es hatte in den Tagen der Ueberschwemmung zwar sehr stark geregnet, indeß, wie Viele meinten, doch bei weitem nicht so stark, wie in den durch ihre Nässe berichtigten Sommern von 1816 und 1817, wo dergleichen Ueberschwemmungen nicht vorkamen. Man hatte im Schwarzwalde an jenen Tagen kleine Erderschütterungen verspürt, und dabei an Orten im Gebirge plötzlich sehr wasserreiche Quellen hervorbrechen sehen, wo sonst niemals davon Spuren bemerkt wurden. Dieß Alles schien zu beweisen, daß der gemeinsame Grund dieses Uebels nicht allein in den vermehrten atmosphärischen Niederschlägen könne gesucht werden. Glücklicherweise indeß ist dieser Gegenstand von wissenschaftlichen Bearbeitern, welche den Gang der Ereig-

nisse in der Nähe beobachteten, genauer untersucht worden, und es hat dabei sich ergeben, daß wir zu keinen außerordentlichen Hülfsmitteln unsere Zuflucht zu nehmen brauchen, um sie erklären zu können.

Munke hat auf eine sehr überzeugende Weise dargethan, daß die Ansicht wenig begründet sey, welche den Zufluß der außerordentlich vermehrten Wassermenge aus dem Aufbrechen von unterirdischen Behältern herleitet. In solchen Fällen müßten, da die ausgedehnten Behälter tief liegen, entweder Einsenkungen der Decke oder Erhebungen des Bodens erfolgt seyn, welche das Wasser heraustrieben; von solchen Niveau-Veränderungen aber, welche unstreitig die höchste Aufmerksamkeit erregen würden, ist durchaus nichts beobachtet worden, und bloße Erderschütterungen anzunehmen, welche durch Schwankungen das Wasser so hoch in die Höhe geschleudert hätten, verwickelt uns vollends in die größten Schwierigkeiten; denn dazu liegen nicht nur solche unterirdische Wasserbehälter viel zu tief, sondern es hätten bei solchen Schwankungen wohl die Berge nicht unafficirt bleiben, kein Baum auf der Oberfläche stehen bleiben, kein Felsgipfel unverrückt seyn können.

Indeß zeigten auch noch andere Erscheinungen, daß die Wasser dieser außerordentlichen Zuflüsse in der That aus so großer Tiefe wirklich nicht herstammen konnten. Das ganze Hügelland von Schwaben nämlich, längs dem Ostrande des Schwarzwaldes, ist von mächtigen und sehr ausgedehnten Salzlagern durchzogen, welche in etwa 6 bis 800 Fuß Tiefe unter demselben fortstreichen, und über welchen fast alle einigermaßen bedeutende Zuflüsse des Neckars hinwegströmen. Wären nun die Gewässer aus dem Innern hervorgetrieben worden, so müßten sie nothwendig diese Salzlager ganz oder theilweise angegriffen und aufgelöst haben, und die Ueberschwemmungsfluthen würden salzig gewesen seyn; allein dieselben waren nicht nur süße Gewässer, sondern, was unstreitig noch wichtiger ist, die unzähligen Salzquellen, welche in jenem Gebiete ihren Ursprung nehmen, waren bei der allgemein vermehrten Wassermenge ganz

antheillos und vermehrten ihren Zufluß durchaus nicht. Auch die unstreitig aus großer Tiefe kommenden warmen Mineralquellen, wie z. B. die von Baden, von Wildbad, Wiesbaden u. s. w., blieben bei dieser Gelegenheit ganz unverändert, ungeachtet bei ihren Austrittsorten gerade sehr große Verwüstungen an der Oberfläche vorgingen. Es können daher tiefer im Innern der Erdrinde ganz entschieden keine Veränderungen bei dieser Gelegenheit vorgegangen seyn.

Um nun aber die Ursachen der großen Vermehrung der Wassermenge an der Erdoberfläche nachzuweisen, hat Munke gezeigt, daß allerdings die Regenmenge im Jahre 1816 bei weitem geringer als die von 1824 gewesen sey. Es hatte im letzten Jahre schon vom Juli bis zum September ungewöhnlich viel geregnet, und da dabei stets eine niedrige Temperatur, also auch sehr wenig Verdunstung stattfand, so war der Zufluß der Quellen sehr stark, der Boden reichlich mit Wasser gesättigt, und jeder ungewöhnliche Zuwachs mußte daher ein Ueberfließen veranlassen. Als dieser nun gegen Ende Oktobers kam, half noch ein anderer zufälliger Umstand die Wassermenge vermehren. Es hatte nämlich in den vorangegangenen Tagen, bei für die Jahrszeit sehr ungewöhnlicher Kälte, auf dem Schwarzwalde und den Tyroler- und Schweizeralpen stark geschneit; nun aber kam der Regen mit südlichen Winden, und da erhöhte sich die Lufttemperatur schnell, der Schnee schmolz, und es war daher ein ungeheurer Zufluß durch eine plötzlich vermehrte Wassermasse veranlaßt, welcher nothwendig große Ueberschwemmungen zur Folge haben mußte.

Diese anziehende Schlußreihe hat nun Schübler für die Erscheinungen, welche sich im Flußgebiete des Neckars zutrugen, durch sehr befriedigende, auf Beobachtungen gegründete Berechnungen zu bestätigen versucht, welche wir daher hier kurz anführen wollen.

Schon in den letzten Tagen des Oktobers, besonders seit dem 26., hatte es sehr stark geregnet, vom 28. bis zum 30. aber erfolgten sehr starke Ergießungen. Das Resultat von sieben Regenmessern, welche in den oberen

Theilen des Neckargebietes beobachtet wurden, zeigte, daß in diesen 36 Stunden im Mittel 4,6 Zoll Regenwasser gefallen war, zu Freudenstadt auf dem Schwarzwalde sogar 7,2 Zoll; so viel aber hatte man dort noch niemals auf einmal in so kurzer Zeit fallen sehen. Die Flüsse fingen erst nach und nach, und nicht, wie Einige behauptet hatten, vor dem Beginnen des großen Regens, den 29. und 30., an, zu steigen und traten über. Der Neckar fiel nach dem 30. sogar wieder etwas, dann aber begann er wieder gegen den 2. November zu steigen, da es den Tag vorher wieder fast eben so viel als gegen Ende Oktobers geregnet hatte; es stand also Steigen und Fallen des Flusses in ganz directer Beziehung mit dem Regenfalle. Um zu zeigen, daß die Wassermenge, welche der Neckar führte, keineswegs im Mißverhältnisse mit der gefallenen Regenmenge stehe, genügt folgender Ueberschlag.

Es fielen während der ersten 36 Stunden auf einen Quadratfuß Oberfläche über $^1/_3$ Cubikfuß Wasser oder genauer 0,384. Dieß gibt auf eine Quadratmeile 200,219,590 Cubikfuß, und wenn man das Neckargebiet mindestens zu 100 Quadratmeilen anschlägt, so erhält man etwa 92 Millionen Cubikklafter (die Cubikklafter zu 216 Cubikfuß gerechnet) für diesen Flächenraum, und mithin für die Wassermenge, welche den unteren Neckargegenden zuströmte. Rechnet man nun den Neckar während dieser Periode des Anschwellens zu einer durchgängigen mittlern Tiefe von 12 Fuß, bei 2000 Fuß mittlerer Breite, und bei einer mittleren Geschwindigkeit von 6 Fuß in der Sekunde (nach Versuchen bei Tübingen), so sind durch ihn in jeder Sekunde etwa 144,000 Cubikfuß Wasser geschüttet worden, welche für 36 Stunden etwa 86,448,610 Cubikklafter geben. Es bleiben mithin in der Einnahme noch etwa 5,550,000 Cubikklafter Ueberschuß, welche auch bei so feuchter Luft täglich durch Verdunstung fortgegangen seyn können. Schübler bemerkt überdieß, daß nach langjährigen Beobachtungen in den Neckargegenden während des Sommers täglich durchschnittlich 3 bis 4 Linien Regenwasser

fallen, daß, sobald in 24 Stunden beträchtlich mehr fällt, ein Austreten der Flüsse erfolge; nun waren aber dießmal am 28. und 29. Oktober 3 Zoll 4 Linien, und folglich etwa 10mal so viel in 24 Stunden gefallen, und am 2. November 1 Zoll 4 Linien, also etwa 4mal so viel; kein Wunder daher, daß das Resultat der Ueberschwemmungen ganz ungeheuer war.

Diese Thatsachen können nur dazu dienen, unsere früher entwickelte Ansicht von Entstehung der Quellen zu rechtfertigen, indem sie die Abhängigkeit ihres Zuflusses von der Menge der atmosphärischen Niederschläge zeigen. Noch wollen wir ferner bemerken, daß in keinem bekannten Theile der Erde die Ueberschwemmungen, welche das Austreten der Flüsse und Quellen veranlaßt, so groß sind wie in Surinam, in Cayenne, im französischen Guyana, dort ist aber nach allen Nachrichten auch die Regenmenge, welche in kurzen Zeiträumen niederfällt, über alle Beschreibung groß. Während im Würtembergischen ein Regenfall von 4,6 Zoll in 36 Stunden schon zu den ganz ausserordentlichen gehörte und bedeutende Verheerungen anrichtete, fielen nach zuverlässigen Berichten in Cayenne in der Nacht vom 14. zum 15. Februar 1820 in 10 Stunden 10,25 Zoll Regenwasser, und im Monate Februar im Ganzen allein 121 Zoll (10 Fuß 1 Zoll), d. h. also mehr als dreimal so viel, als es nach Dalton im Durchschnitt des ganzen Jahrs in England regnet. In Europa beträgt, eins ins andere gerechnet, der mittlere Regenfall schon nach Torbern Bergmann's Angabe etwa 15 bis 20 Zoll. Viele ähnliche Beispiele finden sich in Kämtz Meteorologie.

Von der Beschaffenheit des Quellwassers.

Wahrscheinlich kein einziges unter den Wassern, welche die Quellen aus der Erdrinde an die Oberfläche bringen, ist als chemisch reines Wasser zu betrachten; immer enthalten dieselben, sobald sie einer genaueren Prüfung unterworfen werden, kleine Beimischungen von er-

digen oder salzigen Substanzen in größerer oder geringerer Menge aufgelöst. Die gewöhnlichsten derselben sind, wenn gleich in sehr wechselnden Quantitäten, Kalkerde, wahrscheinlich am meisten an Kohlensäure gebunden, und durch einen Ueberschuß derselben als saurer kohlensaurer Kalk darin aufgelöst; denn Kohlensäure scheint keinem Quellwasser ganz zu fehlen, welches nur hinlängliche Zeit in der Erde verweilt hat. Nächstdem enthalten die meisten Quellen etwas Gips (schwefelsauren Kalk), und fast immer auch, wenn gleich nur sehr kleine Quantitäten von Kochsalz, welches fast eben so allgemein als die Kalkerde verbreitet zu seyn pflegt und sehr häufig kleine Beimengungen von organischen Substanzen, etwas harzige Stoffe, sogenannten Extractivstoff und dergl. Die Einwirkungen dieser Beimengungen, wenn sie auch in noch so geringer Menge vorhanden sind, geben dennoch dem Quellwasser einige Eigenthümlichkeiten, welche schon durch seine einfachsten Reactionen gegen unsere Sinne, und namentlich durch den Geschmackssinn, am leichtesten erkannt werden können. Chemisch reines Wasser hat bei einer dem Quellwasser gleichen Klarheit und Durchsichtigkeit dennoch einen faden oder indifferenten Geschmack, welchen auch das Wasser größerer Flüsse und das Regenwasser zu theilen pflegt, Quellwasser dagegen schmeckt, besonders durch den Einfluß der Kohlensäure, erfrischend und angenehm. Wenn es abgekocht wird, so läßt es den Ueberschuß seiner Kohlensäure fahren, und die Kalkerde setzt auf dem Boden der Gefäße eine erdige oder steinähnliche Kruste ab, welche Pfannenstein oder Kesselstein genannt wird. Man glaubte in früheren Zeiten, daß derselbe direct aus dem Wasser bei solchen Gelegenheiten gebildet werde, und benutzte sogar diese Erscheinung, bei welcher sich, wie man glaubte, Wasser in Erde verwandeln, zu allgemeinen Schlüssen über die Bildung unserer Erdrinde.

Mit einer Seifenlösung gemischt, nimmt das Quellwasser dieselbe nicht unbedingt an, und mischt sich mit ihr nicht gleichartig, sondern es bildet sich eine Menge von Flocken, und es setzt sich allmählig ein Niederschlag

ab. Es kommt dieß daher, weil sich die Kohlensäure, die Schwefelsäure und Salzsäure des in der Seife enthaltenen Kalis bemächtigen, und dafür der fettige Bestandtheil mit dem Kalk eine im Wasser unlösliche Kalkseife eingeht. Beim Kochen der Hülsenfrüchte (Erbsen, Bohnen u. dergl.) verhindert das Quellwasser ihr Weichwerden und Aufquellen, weil der Niederschlag an Kalkerde sich an die Schalen derselben anschließt und dem Wasser zu ihnen den Zutritt versagt.

Um diese Eigenschaften, welche am leichtesten bei den gewöhnlichen Anwendungen des Wassers bemerkt werden, mit einem Worte zu bezeichnen, bedient man sich gewöhnlich des Ausdrucks: das Wasser sey hart, und man unterscheidet es von dem weichen (Fluß- oder Regenwasser). Natürlich findet in den Graden der Härte des Wassers eine sehr verschiedene Reihenfolge von Abstufungen statt, und es gibt Gegenden, in welchen das Quellwasser fast zu allen häuslichen Zwecken, wie das Fluß- und Regenwasser, benutzt werden kann. Es ist dieß der Fall fast in allen höheren Gebirgsgegenden, in welchen das Wasser fast eben so unverändert, als es die atmosphärischen Dünste niedergeschlagen haben, wieder austritt und in den tieferen sumpfigen Marschgegenden, an den Ufern größerer Flüsse, in welchen die Mehrzahl der Brunnen augenscheinlich von dem aus den Flüssen durchsickernden Wasser ernährt wird; doch sind dieß Ausnahmen von der Regel.

Von diesem gewöhnlichen Zustande der Quellen macht nun auch ferner noch der eine Ausnahme, in welchen das Wasser besonders stark mit fremden Stoffen beladen ist, welche demselben eigenthümliche Eigenschaften, zum Theil äußerst auffallender Art geben. Solche Wasser nennen wir Mineralwasser oder Gesundbrunnen, ohne daß ihr Wesen sich gegenwärtig durch Angabe irgend eines besonderen, genauer bestimmten Verhältnisses definiren ließe.

Der Stoffe, welche in den Mineralwassern gelöst vorkommen, kennen wir gegenwärtig schon eine sehr bedeutende Anzahl, und da täglich die Entdeckungen dieser

Art sich mehren, so scheint es keinem Zweifel unterworfen, daß bei dem Grade der Vollendung, welchen gegenwärtig der wissenschaftliche Zustand der Chemie erreicht hat, und bei der Gewandtheit der Analytiker im Auffinden der kleinsten Quantitäten eines Stoffes die Folgezeit uns noch mit manchen bekannt machen werde, deren Gegenwart wir jetzt darin vielleicht noch nicht ahnen. Die am gewöhnlichsten vorkommenden, welche den häufigsten Mineralwassern ihren vorwaltenden Charakter geben, bestehen in mehr oder minder vollständigen Verbindungen einiger wenigen Säuren und salzfähiger Basen zu vollkommenen Neutralsalzen, oder in basischen und sauren Verbindungsstufen.

Unter den Säuren pflegt die Kohlensäure zu herrschen, und sie ist, wie neuerlichst von Bischof bemerkt wurde, fast so allgemein in den Wässern verbreitet, daß sie vielleicht keinen unter allen fehlt, welche als Quellen hervortreten.

In manchen Mineralwassern aber häuft sie sich so ausnehmend stark an, daß sie nicht nur die in ihnen enthaltenen salzfähigen Basen, welche zu ihr in nächster Verwandtschaft stehen, sättigt und mit ihnen kohlensaure Salze bildet, sondern sie ist auch noch in großer Menge überschüssig vorhanden, um sich theils rein mit dem Wasser zu vermischen, theils gasförmig in großer Menge aus ihm aufzusteigen.

Nächst dieser gasförmigen Säure, deren Vorkommen und ausgezeichnete Wirkung in den Mineralquellen ihr bei den Alten schon den Namen des Brunnengeistes zuzog, sind die häufigsten die Schwefelsäure und Salzsäure. Sie sind fast ohne Ausnahme an Basen gebunden; doch in sehr seltenen Fällen hat man sie in neuerer Zeit in einigen Wässern als frei vorkommend kennen gelernt. Schon Bergmann führt ein Wasser zu Latera bei Viterbo im Kirchenstaate, einen Bach bildend, an, das durch seinen reichen Gehalt an Schwefelsäure die Aufmerksamkeit der Anwohner errege; ein anderes findet sich zu Selvena bei Siena.

Neuerlichst aber sind wir mit einer sehr viel auffallen-

deren Erscheinung dieser Art in Südamerika durch A. v. Humboldt bekannt geworden. Er fand nämlich, als er die Stadt Popayan besuchte und den unmittelbar darüber aufsteigenden Vulcan von Püracé bestieg, auf einer Hochfläche von 8136 Fuß Höhe bei dem Dorfe gleiches Namens einen sehr ansehnlichen Strom, welcher dort drei herrliche, weit berühmte Wasserfälle bildet; den zweiten derselben, 360 Fuß hoch, hat A. v. Humboldt abbilden lassen. Aber er verdient noch berühmter zu werden, weil sein Wasser einen auffallend sauren Geschmack und eine fressende Beschaffenheit hat; der Wasserstaub war so beitzend, daß er beim Verweilen neben dem Wasserfalle den Augen beschwerlich ward, und aus dem benachbarten Hauptstrome, dem Rio Cauca, welcher bei Popayan vorüberfließt, werden dadurch bis vier Stunden unterhalb seiner Einmündung alle Fische vertrieben; sie stellen sich erst wieder ein, nachdem der Fluß durch eine Menge von Süßwasserzuflüssen verdünnt worden ist. Dieser eigentlich saure Strom, dessen Quellen etwa 11,200 Fuß hoch liegen, wird deßhalb von den Anwohnern der Essigstrom (Rio Vinagre) genannt, und mehrere, in einiger Entfernung entspringendere kleinere, eben so saure Bäche nennen sie die kleinen Essigströme (los dos Vinagres chicos). Die wohl unterrichteten Chemiker Boussingault und Rivero fanden bei ihrem längeren Aufenthalte durch eine genaue Analyse hierin einen nicht unbedeutenden Gehalt an Schwefelsäure und Salzsäure.

Aehnliche Erscheinungen sollen, den Nachrichten von Leschenault de la Tour zufolge, auf Java vorkommen, wo es einen kleinen vulcanischen See gibt, dessen Wasser vorwaltend freie Schwefelsäure und etwas Salzsäure enthält. Doch bleiben solche Erscheinungen immer sehr selten.

Alle anderen Säuren, die etwa noch hin und wieder in den Mineralwassern vorkommen, sind fast nur als Seltenheiten zu betrachten, namentlich Salpetersäure (vielleicht noch die häufigste), Phosphorsäure und die Flußsäure, welche sich bekanntlich vor allen anderen da-

durch auszeichnet, daß sie die Kieselerde angreift. Sie ward erst vor wenig Jahren durch Berzelius denkwürdige Arbeit über das Karlsbader Wasser als ein Bestandtheil von Mineralwasser überhaupt entdeckt, und ist seitdem von H. Struve im Selterwasser und im Wasser von Ems wieder aufgefunden worden, wenn gleich nur in sehr geringer Quantität, deren Erkennung sehr schwierig ist.

Die mit diesen Säuren verbundenen salzfähigen Basen sind vorwaltend theils Erden, theils Alkalien. Am häufigsten unter den ersteren ist die Kalkerde, theils mit der Kohlensäure zu gewöhnlichem Kalke, theils mit der Schwefelsäure zu Gips verbunden, gewiß sehr selten oder vielleicht gar nicht als salzsaurer Kalk, und zuweilen in Spuren als Phosphorsäure. Nächstdem ist zu nennen die Talkerde, schwefelsauer als Bittersalz, oder auch salzsauer und kohlensauer, vorzugsweise in den Salzquellen. Thonerde und Kieselerde sind schon Seltenheiten; erstere wohl am häufigsten noch in der schwefelsauren Verbindung als Alaun (zu Bath in England, Crems in Niederösterreich, Halle an der Saale); letztere in merkbarer Quantität wohl nur in einigen heißen Quellen, wie auf Island, welche durch ihre reichen Kieselabsätze an den Rändern berühmt sind, und in den Quellen von Karlsbad, in welchen Klaproth zuerst Kieselerde auffand. T. Bergmann behauptet, daß sie in den Quellen der Gegend von Upsala vorkommen. Neuerlichst hat denn auch Berzelius als große Seltenheit das Vorkommen der Strontianerde im Karlsbader Wasser bemerkt; Brandes hat sie im Pyrmonter Wasser gefunden, und Struve in dem von Selters und Ems zugleich mit etwas Baryterde, die vorher nicht in Mineralwassern gefunden ward.

Von den Alkalien ist unstreitig das Natron bei weitem das vorwaltendste; es erscheint theils salzsauer, als Kochsalz, und charakterisirt so durch seine Häufigkeit eine ganze Klasse von Mineralwassern, theils kohlensauer oder als Soda, welche neuerlichst von Bischof ebenfalls zum charakteristischen Bestandtheile einer gan-

zen Familie von Wässern erhoben worden ist, theils auch schwefelsauer, als Glaubersalz, ebenfalls in einigen Quellen in sehr beträchtlichen Quantitäten.

Nächst ihm ist das Kali zu erwähnen, was indeß nur als ein ausnahmsweise vorkommender Bestandtheil aus-geführt werden kann. Mit Salzsäure verbunden, als Digestivsalz, entdeckte es 1820 Fuchs in der Soole von Berchtesgaden, und diese Entdeckung ist besonders deß-halb interessant, weil kurz zuvor Wollaston das Kali als einen gemeinsamen Bestandtheil des Meerwassers kennen gelehrt hatte. Bei dieser Gelegenheit ermittelte sich auch, daß salzsaures und schwefelsaures Kali in ansehnlichen Quantitäten schon seit mehr als 20 Jahren in der Soole von Schönebeck bekannt waren und dort im Großen gewonnen wurden. Später hat Herrmann in Schönebeck das Kali in allen Salzquellen des preu-ßischen Staats gefunden. Salpetersauer, als Salpeter, kannte man es schon früher in den Salpeterquellen von Ungarn; Berzelius entdeckte es so in den Mineral-quellen von Adolfsberg und Porba in Schweden, und Buchner in den Quellen von Münchshöfen in Baiern. Steinmann fand Kali im Schloßbrunnen zu Karls-bad; was man aber in älteren Analysen vom Salpe-tergehalt der Quellen angibt, ist in der Regel nicht richtig.

Ammoniak scheint in Quellen nicht vorzukommen; wohl aber kennt man darin das erst vor wenigen Jah-ren entdeckte Lithion. Berzelius traf Spuren davon im Karlsbader Wasser und im Kreuzbrunnen; bei Ma-rienbad fand er es in solcher Quantität, daß dieß Was-ser muthmaßlich der an Lithion reichste Körper in der Natur ist. Von anderen basischen Stoffen verdienen ferner noch die metallischen und die ihnen analogen ge-nannt zu werden. Unter diesen steht das Eisen oben an; so wie in der ganzen Natur, so ist es auch in den Wässern einer der verbreitetsten Körper, und nicht leicht mag es bei irgend einer Untersuchung ganz fehlend ge-funden werden. Es ist am häufigsten mit der Kohlen-säure verbunden, und gibt so einer ganzen Familie von

Mineralwassern den obwaltenden Charakter; selten kennt man es, an Salzsäure gebunden, und dieß ist namentlich im Alexisbade der Fall. Eben so zeigt es sich in kleinen Quantitäten, mit Schwefelsäure verbunden, als Vitriol in den vitriolischen Quellen mancher Bergwerke. Nächst dem Eisen ist wohl noch das Kupfer am häufigsten, und bildet, an Schwefelsäure gebunden, die sogenannten Cementquellen, welche die Eigenschaft haben, Kupfer abzusetzen, wenn sie mit Eisen in Berührung treten. Endlich gedenken wir auch noch hier des Mangans (Braunsteinmetall), welches Berzelius, zuerst an Kohlensäure gebunden, in den Quellen von Karlsbad auffand, nachher auch in denen von Königswarth. Brandes entdeckte es später in denen von Pyrmont, Struve zu Ems, Selters, im Kreuzbrunnen, im Franzensbrunnen zu Eger.

Ein anderer merkwürdiger Stoff, welcher zuerst in der Soda des Meeres, dann in dem Meerwasser selbst aufgefunden wurde, ist das Jod. Man suchte dasselbe bald in den Salzquellen, und es fand dieß zuerst 1822 Angelini in denen von Sales in Pyrmont, dann fand es Krüger in der Salzsoole von Sülz im Meklenburgischen, später Meißner bei Halle, und dann Egidi bei Ascoli im Kirchenstaate. Da derselbe Stoff schon früher durch Fuchs im Steinsalze gefunden ist, so enthalten Steinsalz und Salzquellen, sowohl unter sich als im Vergleiche mit dem Meerwasser, dieselben Stoffe; eine Entdeckung, welche zur Beurtheilung des Ursprunges dieser Substanzen einen hohen Grad von Wichtigkeit hat, wie wir später noch näher erörtern werden. In neuester Zeit hat man auch das zuerst im Meerwasser entdeckte Brom in einigen Quellen aufgefunden, namentlich in den Salzquellen, z. B. denen von Schönebeck, Kreuznach, Dürrheim, Schwenningen, Wimpfen, Jaxtfeld, Rosenheim.

Trotz dieser großen Menge verschiedenartiger Stoffe, welche die Quellen im Innern der Erdrinde aufnehmen, läßt es sich übrigens nicht verkennen, daß dieselben eine gewisse Reihe von Hauptgruppen bilden, welche, da sie

sich durch ähnliche physikalische Eigenschaften (Geschmack, Geruch, ähnliche medicinische Wirkungen u. s. w.) auszeichnen, schon lange darauf geleitet haben, die Mineralwasser in gewisse Klassen zusammenzustellen; man hat indeß bei den gewöhnlichen Eintheilungen dieser Art die Unterschiede viel zu sehr, und besonders des ärztlichen Gebrauchs wegen, vervielfältigt, und ich glaube, daß eine einfachere Anordnung genügen wird.

Zunächst müssen wir bemerken, daß gewöhnlich die Wasser nach ihren Temperaturen in kalte und in warme Mineralquellen eingetheilt werden. Abgesehen davon indeß, daß dieser Unterschied sehr relativ ist, weil die Temperaturen durch unzählige Uebergänge zwischen kalten und warmen vermittelt werden, und wir eigentlich jede Quelle zu den warmen zählen müssen, deren Temperatur über der Mitteltemperatur ihres Ursprungsortes liegt, so ist doch diese Unterscheidung mehr dem Arzte als dem Naturforscher von allgemeiner Wichtigkeit; denn wenn gleich eine Quelle allerdings mehr oder minder Mineralstoffe aufgelöst enthalten kann, je nachdem sie eine höhere oder niedrigere Temperatur hat, so werden doch die Verwandtschaften der Stoffe durch die bei Quellen vorkommenden Temperaturverhältnisse nicht so merklich geändert, daß wir die Hitze zum Charakter einer eigenen Hauptgruppe machen dürften. Eine und dieselbe Quelle kann, wie wir bald sehen werden, heiß oder kalt seyn, je nachdem ihr Ursprungsort höher oder tiefer liegt.

I. Unstreitig die ansehnlichste Hauptfamilie von Quellen ist diejenige, welche sich, abgesehen von ihren übrigen Bestandtheilen, durch einen überwiegenden Gehalt an Kohlensäure auszeichnet. Alle Quellen, welche hierher gehören, haben die Eigenschaft, mit einem polternden Geräusch an die Oberfläche zu treten, da ein Theil der Kohlensäure beim Hervortreten entweicht. Frisch geschöpft, sieht man in ihnen eine Menge freier Gasperlen aufsteigen, und, abgesehen von allem Beigeschmack, haben sie den flüchtig reizenden säuerlichen Geschmack der Kohlensäure. Frisch getrunken, veranlassen sie ein

Prickeln auf der Zunge und in der Nase, und wenn das Poltern bei ihrem Aufsteigen sehr schwach ist, so verräth sich die auf ihrer Oberfläche ruhende Schicht des schweren kohlensauren Gases sehr leicht durch den Geruch, durch das Auslöschen der Lichter über ihnen, Ersticken kleiner Thiere, welche zufällig in diese Atmosphäre gerathen, und durch das vorübergehende Röthen von angefeuchtetem Lackmuspapier. Diese Quellen wollen wir im Allgemeinen Sauerbrunnen nennen. Von ihnen gibt es einige bedeutendere Unterarten, nämlich:

1) Aechte Säuerlinge, bei welchen die Kohlensäure sehr vorwaltet und nur in geringer Quantität andere Bestandtheile vorhanden sind, namentlich nur ein Minimum von Eisen. Sie haben einen rein sauern Geschmack und werden zur Kühlung im Sommer getrunken. Oft sind sie selbst empfindlich sauer, doch nie ätzend. So z. B. der Säuerling von Karlsbad, bei welchem Klaproth zweifelhaft wurde, ob ein starker Geschmack allein von der Kohlensäure herrühren könne, so die Wasser von Bilin in Böhmen, der Brodeldreis in der Eifel rc., welche indeß schon mehr erdige Bestandtheile enthalten und den Uebergang zu den folgenden machen, unzählige Wasser am südlichen Fuße des Erzgebirges, der Schiersäuerling bei Königswarth in Böhmen, der Säuerling von Pyrmont u. a. m.

2) Alkalische Säuerlinge, bei welchen, nächst der Kohlensäure, eine bedeutende Quantität alkalischer und erdiger Substanzen auftritt, die sich durch einen etwas laugenhaften Geschmack verrathen, bei Abwesenheit (oder bei sehr geringer Quantität) von Eisen. Das Alkali, dessen Geschmack hier gewöhnlich vorwaltet, ist das kohlensaure Natron, seltner findet sich noch dazu Glaubersalz oder Kochsalz. Zu dieser Klasse gehören u. a. die beliebten Wasser von Selters, Fachingen, Geilnau, Schwalbach und Ems im Nassauischen, Wildungen im Waldeckischen, Töplitz, Spaa, Rohburg, Karlsbad (worin Glaubersalz vorwaltet), Marienbad oder Kreuzbrunnen in Böhmen, ferner Wiesbaden, der

Salzbrunnen bei Pyrmont, Salzbrunn in Schlesien (ausgezeichnet durch Kochsalzgehalt) Baden-Baden 2c.

Man pflegt in dieser Klasse gewöhnlich drei Unterabtheilungen zu unterscheiden, nämlich alkalisch-erdige, wenn die erdigen Bestandtheile vorwalten; alkalisch-salinische, wenn die alkalischen Bestandtheile vorwalten; und muriatisch-salinische, wenn Kochsalz vorwaltet, wie namentlich bei einigen Salzquellen, Salzuffeln, Rothenfelde in Osnabrück, Saline von Pyrmont 2c.

3) Eisensäuerlinge oder eigentlich sogenannte Stahlwasser. Sie sind dadurch charakterisirt, daß sie einen bedeutenderen Gehalt von Eisenoxydul nächst der Kohlensäure besitzen; derselbe ist gleichfalls an Kohlensäure gebunden, und gibt sich insbesondere durch einen eigenthümlichen zusammenziehenden, dintenähnlichen Geschmack zu erkennen, der sehr auffallend ist.

Da die Kohlensäure dieser Verbindung überdieß sehr leicht an der Luft entweicht, so läßt sie dann das Eisen fahren, und es zeichnen sich daher zugleich alle diese Quellen dadurch aus, daß sie an ihren Austrittspunkten eine bedeutende Quantität von Eisenoxydhydrat (gelbem Eisenocher) absetzen und sich an der Luft schnell mit einer dünnen, fettig aussehenden Haut überziehen, welche aus derselben Substanz besteht, die auch einen Bodensatz in den Flaschen bildet. Diese Wasser sind ungemein häufig in der Natur, und ihrer kräftigen, stärkenden Eigenschaften wegen sehr geschätzt. Oben an unter ihnen steht Pyrmont, nächstdem Driburg und die Mehrzahl der kleineren westphälischen Heilquellen (Meinberg, Brakel, Hofgaismar u. s. w.); ferner Franzensbad bei Eger, Kudowa in Schlesien, Steeben und Alexandersbad im Fichtelgebirge 2c.

Fast eben so verbreitet und aus leicht zu errathenden Gründen mehr beachtet, auch wenn ihr Gehalt sehr gering ist, sind:

II. Die Salzquellen, ausgezeichnet durch ihren vorwaltenden Gehalt an Kochsalz, verbunden mit den übrigen oben angegebenen Bestandtheilen, welche oft in

beträchtlicher Menge darin vorkommen, und wegen ihrer Uebereinstimmung mit den Stoffen, welche das Meer enthält, ein so hohes Interesse erregen. Sie verrathen sich durch den Geschmack auffallend genug, eben so auch ohne gekostet zu werden, durch die eigenthümlichen Meerstrandskräuter, welche an ihren Austrittspunkten zu wachsen pflegen. Gewöhnlich sind sie arm an Eisengehalt wie an Kohlensäure.

Die Menge, in welcher das Kochsalz vom Wasser aufgenommen werden kann, ist, wie bei allen auflöslichen Salzen, beschränkt. Mehr als 26 bis 28 Procent sind unter den gewöhnlichen Umständen nicht lösbar, und eine Salzsoole, welche diesen Gehalt erreicht, wird daher eine gesättigte genannt. Dampft man sie über diesen Antheil hinaus ab, so fängt sie an, Kochsalz fallen zu lassen. Dieser gesättigte Zustand indeß kommt in der Natur bei den freiwillig austretenden Salzquellen nur selten vor; wir kennen ihn u. a. in Deutschland nur bei den Quellen von Lüneburg und bei den neuerlich in Süddeutschland erbohrten von Jaxtfeld, Dürrheim, Offenau und Wimpfen. Die Quellen von Halle an der Saale enthalten nahe an 21 Procent Kochsalz, und gelten deßhalb schon für sehr reich; die von Schönebeck bei Magdeburg enthalten nur 11½ Procent, und werden doch noch mit Vortheil benutzt; ja, man versiedet sogar noch Salzsoolen, welche, wie z. B. auf der Saline von Münster am Stein, unweit Kreuznach a. d. Nahe, nur 1½ Procent Kochsalz enthalten, und sich kaum durch den Geschmack noch als salzhaltig verrathen. Wir kommen auf die Salzquellen und das Steinsalz und deren Benutzung weiter unten zurück.

III. Die Bitterwasser schließen sich unmittelbar an die Salzquellen an, und zeichnen sich durch einen vorwaltenden Gehalt an schwefelsaurer Talkerde aus, welcher sich auffallend durch den Geschmack zu erkennen gibt. Sie enthalten nächstdem meist stets etwas Gips und etwas kohlensaure Salze (Kalk und Talkerde). Chemisch zeichnen sie sich dadurch aus, daß sie mit Säuren nicht brausen und hineingegossene Kalilösung

trüben. Sie sind im Allgemeinen seltene Erscheinungen und auch immer nur schwache Lösungen. Am längsten bekannt sind unter ihnen die Quellen von Epsom in der Grafschaft Surrey in England, und da von ihnen das Bittersalz am frühesten gewonnen ward, so hat es auch bekanntlich den Namen sal anglicum erhalten. Erst später hat man auch dergleichen, sogar sehr reichhaltige Quellen im Saatzer Kreise in Böhmen entdeckt, deren bekannteste die eine zu Steinwasser 3,5 Procent, die andere zu Sedlitz oder Saidschütz 1,3 Proc. Bittersalz enthalten.

IV. Schwefelwasser. Sie bilden eine sehr ansehnliche Klasse von Mineralwassern, welche sich sämmtlich dadurch auszeichnen, daß sie einen größeren oder geringeren Gehalt an Schwefelwasserstoff besitzen; sie geben dieß durch ein Aushauchen des demselben eigenthümlichen faulen Eiergeruches und einen süßlichen Geschmack kund, und haben die Eigenheit, daß, wenn sie auch gleich anfangs vollkommen klar und undurchsichtig auftreten, sie doch bald an der Luft trübe und milchigt werden und den Schwefel in Gestalt eines weißen Pulvers fallen lassen; daher ihre Ränder mit diesem weißen Bodensatze reichlich umgeben zu seyn pflegen. Sie sind also sehr leicht kenntlich und bedürfen keiner weitern Charakterisirung. Frisch geschöpft, sind schwache Schwefelquellen häufig dadurch zu unterscheiden, daß in sie hineingeworfenes, frisch glänzendes Silber darin seinen Glanz verliert, und sich schnell auch bei sehr geringem Schwefelgehalt mit einem schwarzblauen Häutchen von Schwefelsilber bedeckt.

Diese Quellen enthalten überdieß alkalische und erdige Mittelsalze, und man hat sie deßhalb in alkalische, salinische und muriatisch-salinische eingetheilt. Es scheint indeß zweckmäßiger, die Temperatur derselben zur Unterscheidung zu wählen, denn kalte Schwefelwasser sind im Stande, einen größeren Schwefelwasserstoffgehalt zu besitzen, als heiße; sie sind daher auch, wenn es allein auf die Wirkungen des Schwefels ankommt, kräftiger als die heißen, und um so gesuchter, als sie seltner

sind. Zu den kalten Schwefelquellen gehören vorzugsweise viele Quellen Westphalens, wo unter allen bekannten Gegenden Mineralwasser dieser Art am häufigsten sind, wie zu Renndorf, Eilssen, Bentheim, Koppenbrügge. — In Süddeutschland zeichnen sich in dieser Hinsicht die Quellen von Boll im Württembergischen und Bocklet im Würzburgischen aus. Viele Quellen, welche in Mooren entspringen, gehören zu dieser Klasse, doch ist ihr Gehalt meist sehr unbedeutend und ihr Daseyn oft nur vorübergehend, wie die Quellen von Bramstedt und Oldesloe in Holstein.

Unter den warmen Schwefelquellen sind die altbekannten Quellen von Aachen und Burtscheid am berühmtesten, welche nahe an 46° Temperatur haben; ferner das Wildbad im Salzburgischen, die Quelle von Baden bei Wien und von Niederbaden in der Schweiz; ferner die lauwarmen Bäder von Landeck und Warmbrunn in Schlesien; die Quellen zu Bagneres in den Pyrenäen, welche schon den Römern bekannt waren, und die von Barèges. Das der Quantität nach reichlichste Schwefelwasser mögen leicht die kleinen Flüsse von Cuitimbu und San Pedro führen, welche am Fuße des neu erhobenen Vulkans Jorullo in Mexico ausbrechen und dort kleine Wasserfälle bilden.

Diese Klassen von mit fremden Stoffen begabten Wassern sind es, welche man ihrer Einwirkung auf den menschlichen Körper wegen gewöhnlich mit der Benennung Mineralwasser auszuzeichnen pflegt; es gibt indeß noch eine große Zahl von solchen mit anderen Stoffen beladenen, welche dadurch eigenthümliche Eigenschaften erlangen; unter diesen wollen wir nur die bedeutendsten anführen, es sind:

1) Salpeterquellen, ausgezeichnet durch ihren Gehalt an salpetersaurem Kali, und deßhalb auch zur Erzeugung desselben vorzugsweise benutzt. Keines der genauer bekannten Länder ist an denselben reicher als Ungarn. Am Samos, einem Flusse Siebenbürgens, kennt man deren eine große Zahl, und in der ganzen niederungarischen Steppe scheinen sie nicht minder sehr

häufig zu seyn, ja, sie sollen selbst bis in die Gegend von Wien fortsetzen. An den Punkten ihres Austretens vertilgen sie alle Vegetation, und häufig sammeln sie dort sich zu kleinen stehenden Pfützen an, auf welchen, wenn sie in trockner Zeit abdunsten, der Salpeter auskrystallisirt.

2) Naphtha- oder Bergölquellen. Sie gehören, streng genommen, nur dann hierher, wenn die Naphtha bei ihrem Austreten einer Wasserquelle begegnet und von dieser mit hervorgetrieben wird; dann erlangt das Wasser eine fettige Beschaffenheit, den durchdringenden Geruch des Bergöls, und ist es recht häufig, so schwimmt das letztere auf der Oberfläche in einzelnen Blasen oder in ganzen Schichten, und erlangt die so auffallende Eigenschaft, sich leicht an seiner Oberfläche zu entzünden, wenn ihr ein Licht genähert wird. Diese eigenthümlichen Quellen sind besonders häufig in vulkanischen Gegenden, wo das Erdöl höchst wahrscheinlich durch vulkanische Wärme aus den Gebirgsarten abgeschieden wird; so namentlich in den südlichen Küstenländern des kaspischen Meeres, an der Ostseite bei Baku, in der Krimm und der ihr gegenüberliegenden Küste an der Mündung des Kuban. Aehnliche kennt man auch in Oberitalien bei Bologna, Modena. Auf der Insel Trinidad, an der Mündung des Orinoco, gibt es sogar ein ganzes Seebecken voll Erdpech. Doch auch ohne vulkanische Wirkungen entwickelt sich das Erdpech zuweilen fortdauernd durch die Zersetzung organischer Körper in den Gebirgsarten (Steinkohle, bituminöser Schieferthon und dergl.), wie z. B. an den Rändern der norddeutschen Ebene bei Klein-Scheppenstedt, bei Braunschweig, zu Eschhof, Ohbergen im Hildesheimschen, wo man eine bedeutende Menge Erdöl aus zugleich salzigen Quellen gewinnt; näher bei Hannover gibt es noch viele Quellen dieser Art zu Hänigsen, Edemissen, Winsen an der Aller, welche Hausmann beschrieben hat; in der Schweiz am Jura bei Orbe und bei Luzern; auch in Nordamerika in der Grafschaft Alleghany, wo eine sehr reiche Quelle der

Art bekannt ist, und von ihr ein kleiner, mit Oel bedeckter Fluß, genannt Oil-Creek, ausgeht.

3) Cementquellen. Unter diesem Namen versteht man Quellen, welche Kupfervitriol aufgelöst enthalten; sie zeichnen sich dadurch aus, daß sie schon bei sehr vorübergehender Berührung hineingetauchtes Eisen mit einer metallischen rothen Kupferhaut überziehen. Setzt man das Eisen aber längere Zeit hindurch ihrer Einwirkung aus, so wird der Kupfervitriol zersetzt, es bildet sich Eisenvitriol, der im Wasser aufgelöst bleibt, und reguliniſches Kupfer; da dieß nur allmählig geschieht und die Kupfertheile sich in die Stelle des zerstörten Eisens ansetzen, so wird successive das hineingeworfene Eisen mit Beibehaltung seiner äußern Gestalt in Kupfer verwandelt. Man macht von dieser Erscheinung an einigen Orten im Großen Anwendung zur Gewinnung guten Kupfers in gediegenem Zustande auf eine sehr einfache Weise; so zu Neusohl in Ungarn, wo eine Quelle der Art einen über 20 Fuß tiefen Brunnen bildet, und wo man 1707 auf diese Weise 88 Centner Kupfer gewann; zu Schmölnitz in Ungarn, zu St. Pölten in Steiermark, Jenichen in Tyrol, zu Fahlun in Schweden, zu Wicklow in Irland. Ein sehr starkes Cementwasser kennt man zu Lancaster in Pennsylvanien, schwächere Quellen der Art zeigen sich auch zu Altenberg im Erzgebirge und am Rammelsberge bei Goslar, wo man 5 bis 6 Centner im Jahre auf diese Weise gewinnt.

4) Inkrustirende Quellen pflegt man solche zu nennen, welche die Eigenschaft haben, einen Theil ihrer aufgelösten erdigen Bestandtheile nach ihrem Austreten fallen zu lassen, und ihn auf die damit in Berührung kommenden Körper der Umgebungen als eine Kruste von steinartiger Beschaffenheit abzusetzen. Je reichlicher diese Quellen solche ausscheidbare Bestandtheile enthalten, desto schneller gehen natürlich auch ihre Inkrustationen vor sich, und selbst sehr leicht durch das Wasser zerstörbare Gegenstände können dadurch scheinbar in Stein umgewandelt werden. Der Stein

selbst, welcher auf solche Weise erzeugt wird, heißt nach einem allgemein eingeführten Sprachgebrauch Tuff oder Sinter, welcher letztere Name indeß auf die krystallinischeren Abänderungen angewendet wird.

Die chemische Zusammensetzung dieser Tuffe zeigt, daß sie entweder aus Kieselerde oder aus kohlensaurem Kalke bestehen. Kieselerde ist von beiden das seltenste Resultat, und wir haben von ihrem Absatze aus den heißen vulkanischen Mineralquellen von Island und Italien ꝛc. bereits ausführlich gesprochen. Kohlensaure Kalkerde setzt sich überall aus den Quellen ab, welche aus Kalkgebirgen entspringen, und sie bildet dann oft ungeheure mächtige Massen, in welche die inkrustirten Reste von Pflanzen und Thieren, oft mit großer Zartheit erhalten, in Menge vorkommen. Alle kalksteinreichere Gegenden unsers Vaterlandes liefern reichliche Beispiele; so die Gegend zwischen dem Harze und dem Thüringer Walde; auf dem Eichsfelde, bei Langensalza, Mühlhausen, Gotha, Tonna, finden sich Tuffablagerungen von bedeutender Stärke. Sie bilden sich noch so häufig fort, daß man an vielen Punkten genöthigt ist, nach wenigen Jahren die Mühlengerinne, in welchen solche Quellen geleitet werden, auszuhauen, wie bei Göttingen. Einer der ausgezeichnetsten Punkte dieses Vorkommens ist zu Königslutter bei Braunschweig; eben so zeigt sich im Triebschen Thale bei Meißen ein sehr ausgezeichneter Kalktuff, reich an Ueberresten organischer Körper.

Kein Land der Erde mag indeß so viele und ausgezeichnete Beispiele von dem Vorkommen dieses Sinterabsatzes aufzuweisen haben, als Italien, wo die mächtige kalkreiche Kette der Apenninen zu seiner Bildung eine ganz ausgezeichnete Gelegenheit darbietet. Seit den ältesten Zeiten ist der Travertino, lapis tiburtinus der Alten, berühmt, aus welchem die Römer so viele der bedeutendsten ihrer Bauwerke, wie das Kolosseum, aufführten, und welcher sich noch jetzt unter unseren Augen in der Campagna di Roma fortbildet. Nirgend geht unter gewöhnlichen Umständen die Bildung dessel-

ben reichlicher vor sich, als an den Kascaden zu Tivoli. Dort setzt man deßhalb kleine Bildwerke (Heiligenstatüen, Crucifixe und dergl.) dem Staube der Wasserfälle aus, und sieht sie dann nach einiger Zeit durch diese Benetzung mit blinkernden Kalksinterkörnchen bezogen, welche ihnen das Ansehen von Zuckerwerk geben; daher der Name confetti di Tivoli. Eine ganz ähnliche Bildung ist der Dornstein an den Gradirhäusern vieler Salinen, deren Quellen zum Theil sehr krystallinische Sinterabsätze darbieten, ausgezeichnet z. B. bei Salzkotten und Rothenfelde in Westphalen.

Wenn indeß solche kalkführende Quellen heiß sind, so üben sie gewöhnlich noch eine viel ausgezeichnetere inkrustirende Kraft aus, denn sie sind nicht nur alsdann im Stande, der erhöhten Temperatur wegen mehr Kalkerde aufzulösen, sondern sie lassen dieselbe auch bei ihrem Austritte schneller fahren.

Sehr berühmt ist deßhalb unter den uns näher liegenden Erscheinungen dieser Art die versteinernde Kraft der Quellen von Karlsbad; sie haben an ihren Austrittsorten eine Decke von sehr ausgezeichnetem Sinter gebildet, welchen man dort die Sprudelschaale nennt, voll Höhlungen, in denen das Wasser sich sammelt, und dann bald hier, bald dort wieder ausbrechen. Der größte Theil der Stadt Karlsbad ist selbst auf solchem Boden erbaut, und der Einsturz von einzelnen Theilen desselben hat schon mehrmals großes Unglück veranlaßt. Berzelius hat diesen Sinter analysirt und in ihm vorherrschend (96 bis 97 Procent) kohlensaure Kalkerde gefunden (oder eigentlich Arragonit mit 0,30 bis 0,32 Proc. kohlensaurem Strontian). Eben hierher gehört auch der Karlsbader Erbsenstein, dessen Bildung schon Becher erklärte; und von der schnell inkrustirenden Kraft des dortigen Sprudels liefern die mancherlei Spielereien, als Blumensträuße, Vogelnester und dergl., welche man in den meisten Raritätensammlungen findet, einen Beweis.

Die Aachener Quelle und noch viele andere heiße

Quellen zeigen ähnliche Eigenschaften, wenn gleich freilich selten in so hohem Grade.

Unter den vielen heißen Quellen Italiens verdienen in dieser Hinsicht ganz besonders die von San Filippo am Monte Amiata in Toscana eine Auszeichnung, denn dort haben die Quellen sich einen ganzen Hügel von schneeweißem reinem Kalksinter gebildet, und man benutzt das in reichem Maße hervorströmende Wasser, um dadurch in wenigen Tagen ganze Basreliefs abzuformen, welche das Ansehen unserer Biscuit (unglasurtem Porzellan) gemachten sogenannten Lithophane erhalten (man verkauft sie zu Radicofani). Berühmt und in dieser Beziehung von Reisenden viel besucht ist die so kalkreiche warme Schwefelquelle der Solfatara bei Tivoli.

Doch ans Wunderbare fast gränzend ist die versteinernde Kraft einer Quelle in Peru, von welcher Feuillée Nachricht gibt. Dieselbe liegt nicht fern von der durch ihre Quecksilberbergwerke berühmten Stadt Huancavelica, etwa 70 Stunden von Lima, und ist sehr heiß. Das Wasser derselben setzt bei seinem Austreten so viel steinige Masse ab, daß es fast das Ansehen hat, als verwandele dasselbe sich ganz in Stein; dieser ist fest, gelblichweiß und durchscheinend, und wird häufig zum Bauen benutzt. Um sich aber die Mühe des Behauens der Steine zu ersparen, legt man Formen von Quadern an den Austritt der Quelle und läßt das Wasser hineinlaufen; in kurzer Zeit sind dieselben mit brauchbarer Steinmasse erfüllt; selbst die Bildhauer sollen ihre Werke diesem Wasser als hohle Formen vorlegen, und so ganze Statüen erhalten, welche später nur abgeschliffen und polirt zu werden brauchten. Ein großer Theil der Heiligenbilder und der schönsten Gefäße in den Kirchen von Lima ist auf diese eigenthümliche Weise verfertigt. Es bleibt indeß zu wünschen, daß dieses in seiner Art einzige Beispiel von neueren Naturforschern wieder untersucht würde.

Nachdem wir nun die Eigenthümlichkeiten in der Beschaffenheit des Quellwassers kennen gelernt haben, wird

es unstreitig noch von hohem Interesse seyn, die Frage zu beantworten: Woher diese Eigenthümlichkeiten des Quellwassers rühren, und welches also die Ursachen von der Entstehung der Mineralwasser seyen?

Diese Frage, deren Lösung für die Kenntniß der chemischen Prozesse, welche im Innern unserer Erdrinde fortwährend stattfinden, von Wichtigkeit ist, scheint auf den ersten Blick äußerst leicht zu beantworten, denn die Quellwasser werden von der Erdoberfläche in fast chemisch reinem Zustande aus den Niederschlägen der Atmosphäre aufgenommrn, und müssen also im Innern der Erdrinde auf ihrem Wege zu den Ursprungsarten den Stoffen begegnen, welche sie aufzulösen und mit sich fortzuführen im Stande sind. Quellen von gewisser Beschaffenheit müssen daher auch ihren Ursprung nur von gewissen Orten hernehmen können, wo die in ihnen enthaltenen Stoffe in hinreichender Menge in der Erdrinde vorhanden sind, und diese einfache natürliche Ansicht ist daher auch bei den meisten Naturforschern aller Zeiten die vorwaltende gewesen. Schon Plinius ward deßhalb zu dem Ausspruche veranlaßt:

Tales sunt aquae, qualis est terra, per quam fluunt.

Es ist indeß, wie wir sehen werden, nicht leicht, diesen Satz selbst gegenwärtig in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen über die Beschaffenheit unserer Erdrinde zu bringen, und es hat daher dieser einfachen und natürlichen Ansicht nicht an Gegnern gefehlt, deren Argumente wir mithin in der Folge zum Theil noch einer genauern Beleuchtung unterwerfen müssen.

Zunächst gibt es wohl keine Art von Quellen, deren Auftreten in so hohem Grade der von uns vorgetragenen Auflösungsansicht (Auflösungstheorie) das Wort zu reden scheint, als die Salzquellen. Es ist allgemein bekannt, daß es große Quantitäten von Steinsalz im Innern der Erde gibt, welche vom Wasser sehr leicht angegriffen werden, und welche völlig dieselben Bestandtheile enthalten, die wir in unseren Salzsoolen

aufgelöst finden. Es ist daher nichts natürlicher, als die Salzquellen von den Steinsalzmassen abzuleiten. Um indeß diese Ansicht völlig erweisen zu können, oder ihr doch wenigstens einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit zu geben, wird es nöthig seyn, die Erscheinungen, welche die Salzquellen darbieten, etwas genauer zu betrachten, und sie mit denen zu vergleichen, welche sie darbieten müßten, wenn sie auf die angegebene Weise entstehen sollten.

Zunächst ist hierbei wohl die Frage von Wichtigkeit, ob wir überall da, wo Salzquellen entspringen, in der Erdrinde auch Steinsalz und dasselbe in solcher Lage befindlich wahrnehmen, daß wir die Quellen von ihm herzuleiten im Stande sind. Diese Frage läßt sich nach dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse zwar nur bedingungsweise, wenn gleich zu Gunsten unserer Ansicht beantworten; denn wir müssen wohl zugeben, daß an vielen Orten zwar Salzquellen entspringen, in deren Nähe bis jetzt noch kein Steinsalz aufgefunden worden ist, wie bei den Salzquellen von Magdeburg, Halle, in Westphalen. Indeß ist das umgekehrte Verhältniß, daß es irgendwo Steinsalz gebe, wo keine Salzquellen vorkommen, bisher noch niemals beobachtet worden. Interessant ist aber in dieser Beziehung die Thatsache, daß an vielen Punkten, wo man Jahrhunderte lang nur Salzquellen gekannt hatte, oft unerwartet durch irgend einen Zufall Steinsalz in sehr großer Menge gefunden wurde.

Erst die Geschichte der letzten 20 Jahre hat uns von derselben einige ausgezeichnete Beispiele dargeboten, von welchen die bedeutenderen hier eine kurze Erwähnung verdienen. Noch vor kaum mehr als etwa 12 Jahren zählten die meisten süddeutschen Staaten das Kochsalz nur in so geringer Quantität zu den Erzeugnissen ihres Bodens, daß sie davon nur mit Mühe ihren eigenen Bedarf zu bestreiten im Stande waren. Baiern und Oesterreich besaßen allein einige bedeutendere Salzniederlagen im Salzburgischen im sogenannten Salzkammergut und im benachbarten Tyrol, und durch eine

kostspielige und mühsame Gewinnung versorgten sie von dort aus ihre Länder mit Kochsalz; die benachbarte Schweiz war nur im Stande, aus der salzarmen Saline von Bex einen kleinen Theil ihrer Bedürfnisse zu bestreiten; Württemberg besaß nur die unbedeutenden Salinen zu Offenau am Neckar, zu Hall und Weisbach am Kocher, und Sulz am Neckar, deren Quellen bei ihrer großen Armuth unbeachtet geblieben wären, wenn nicht das Bedürfniß nach Kochsalz so groß gewesen. Baden endlich erzeugte zu jener Zeit gar kein Salz in seinem Lande. Schon mehrmals hatte man sich in neueren Zeiten genöthigt gesehen, zu Offenau, wo der Gehalt der schwachen Quellen bei anhaltendem Gebrauche sehr abnahm, durch Bohrversuche nach neuen stärkeren zu suchen; dieß Mittel wirkte indeß immer nur palliativ und für kurze Dauer, und man kam daher auf den Gedanken, daß diese Quellen wohl einem in der Tiefe liegenden, wenig mächtigen Salzstocke, welcher successiv ausgelaugt würde, ihren Ursprung verdanken möchte.

Durch einen Erdfall, welcher sich im Jahre 1804 bei Wimpfen ereignete, ward man zuerst auf diese Gegend wieder aufmerksam. Man untersuchte genauer die in ihr vorkommenden Gebirgsarten, und 1812 fand der als Salinist und Mechaniker ausgezeichnete v. Langsdorf in einer Gipsgrube Spuren von Steinsalz. Dieß veranlaßte auf seine Anzeige die württembergische Regierung, hier ausgedehntere Bohrversuche anstellen zu lassen. Man begann sie im August 1812, arbeitete drei Jahre hindurch beharrlich, doch stets vergeblich fort, und fand nur gegen das Ende des Jahres 1815 einige stärkere Salzquellen in der Tiefe. Als man aber eben damit beschäftigt war, dieselben zu fassen und zur Benutzung einzurichten, da kam man endlich zu nicht geringer Ueberraschung im Frühjahr 1816 auf Steinsalz, das in 475 Fuß Tiefe begann, und zwar, durch zwischenliegende Gipslagen und Thonstreifen verunreinigt, gegen 60 Fuß anhielt.

Die Folgen, welche diese merkwürdige Entdeckung

für die Gewerbsthätigkeit jener Gegenden nach sich zog, waren unberechenbar. Es war natürlich, aus der Kenntniß der Lagerungsverhältnisse, in welchen das Steinsalz hier aufgefunden wurde, und aus der Vertheilung der unbedeutenden Salzquellen im Lande zu schließen, daß die Verbreitung des Salzes nicht allein auf den zuerst bekannt gewordenen Fundort beschränkt seyn möchte, und mit erneuerter Thätigkeit, so wie auch mit glücklichem Erfolge, suchte man es nun überall, wo die Umstände des ersten Versuches für die Wahrscheinlichkeit seiner Auffindung einen Wink gaben. Zunächst in den Umgebungen von Wimpfen fand man es, auf das Nachbargebiet übersetzend, in hinreichender Menge, und der von Württemberg neu eingerichteten Saline Friedrichshall bei Jaxtfeld gegenüber wurde im Darmstädtischen ein ausgedehntes Werk, Ludwigshall, 1818 angelegt. — Auch auf der benachbarten armen Saline Offenau gelang es zwei Jahr später, 1820, durch unablässig fortgesetzte Versuche nun ein mächtiges Steinsalzlager zu finden. Zu Hall, das in größerer Entfernung am Kocher liegt, fand man nach mehreren verunglückten Versuchen, welche selbst das Verschwinden der Quelle zu bewirken drohten, endlich ebenfalls das Steinsalz im August 1822, und dort ist es so leicht zu gewinnen, daß man eine Steinsalzförderung anlegen konnte, und im Jahre 1826 154,000 Centner gewann. Ebenso fand man weiterhin endlich am oberen Neckar fast überall Steinsalz, wo sich Salzquellen in der Nähe befanden; so 1822 bei Dürrheim im Badenschen, wo es fast 100 Fuß reine Mächtigkeit hatte, so zu Schwenningen und Rottweil, wo zwei sehr einträgliche Salinen seit dem Jahre 1824 eingerichtet worden, und fast überall kann man jetzt angeben, in welcher Tiefe unter der Oberfläche das Steinsalz sich in einem Landstriche von wenigstens gegen 50 Quadratmeilen Flächeninhalt befindet. Jene Gegend von Deutschland ist mit einem Worte so aus einer der salzärmsten nun in eine der salzreichsten verwandelt worden.

Merkwürdig ist es, daß fast zu derselben Zeit, in

welcher man in Süddeutschland diese erfolgreichen Versuche anstellte, in dem östlichen Theile von Frankreich durch Zufall eine analoge Entdeckung gemacht ward. Auch Frankreich gehörte bisher zu den salzarmen Ländern, und außer den unbedeutenden Salzquellen in den Pyrenäen und am westlichen Abhange des Jura, in der Franche Comté und den wichtigeren in Lothringen, war man genöthigt, das Salz großentheils durch eine mühsame und der Gesundheit schädliche Bereitung aus dem mittelländischen Meere zu nehmen. Man kannte früher eine sehr große Anzahl von ärmeren Salzquellen in dem Thale der Seille zwischen Metz und Saarburg an dem Fuße der Vogesen, von denen die reicheren Quellen auf den Salinen von Dieuze, Moyen Vic, Chateau-Salins benutzt wurden. Der Zufall führte hier auf die Entdeckung des Steinsalzes, welches bei einem Bohrversuche am 5. Mai 1819 getroffen wurde, der in der Absicht unternommen seyn soll, um Steinkohlen aufzufinden. Man verfolgte diese Entdeckung, und da fand man das Steinsalz in einem Districte von wenigstens 8 Quadratmeilen Flächeninhalt verbreitet, reiner und stärker selbst als in Schwaben, denn man kennt dort nun gegenwärtig schon wenigstens neun Lagen übereinander, und darunter eine von 45 Fuß Stärke.

Was so in Süddeutschland und Frankreich gelungen war, gelang auch an mehreren Punkten in Norddeutschland. Geleitet von den Erfahrungen über das Vorkommen des Steinsalzes in Schwaben, suchte man dasselbe nun auch unter analogen Verhältnissen an der Nordseite des Thüringer Waldes, und Glenk fand es dort zuerst 1827 in 610 Fuß Tiefe zu Buffleben bei Gotha, und bald darauf in der größeren Tiefe von 1173 Fuß zu Stotternheim bei Erfurt, und in der sehr geringen Tiefe von 162 Fuß bei Langenberg unfern Gera. Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß man dasselbe noch an sehr vielen Orten in den Umgebungen des Thüringer Waldes sowohl, als des Harzes auffinden würde, wenn nicht die so reichlich in diesem

Lande vorhandenen und wohl benutzten Soolquellen die Untersuchungen lässiger betreiben ließen und deren Erfolg wenig gewinnreich machten.

Wir würden leicht die Zahl ähnlicher Beispiele des Vorkommens von Steinsalz, wo man früher nur einige Salzquellen bemerkt hatte, vermehren können, doch wollen wir uns beschränken, in dieser Beziehung nur noch England zu nennen. — Denn auch hier sind in den salzreichen Gegenden dieselben Erfahrungen gemacht worden, wie erst kürzlich in Frankreich und in Deutschland. Zu den Zeiten der Königin Elisabeth nämlich kannte man in England noch kein Steinsalz; die dort bekannten Salzquellen wurden in einigen hundert kleinen Siedereien benutzt, ja schon die Römer legten im Jahre 640 nach Chr. einen Zoll auf das Salz von Britannien. Später aber entdeckte man in der Nähe der Salzquellen die mächtigen Steinsalzlager von Nortwich in Cheshire, und gegenwärtig reicht bekanntlich die Menge des Salzes, welche Liverpool ausführt, hin, um außer England noch Norwegen und Schweden, Dänemark und einen großen Theil der Küstenländer von Deutschland und Preußen zu versorgen, und kennt man auch gleich in England noch einige Salzquellen, welche fern von diesem Steinsalzlager liegen, so ist es doch unstreitig auch wichtig, zu wissen, daß sie sämmtlich aus derselben Gebirgsart entspringen, welche die Salzlager gleichzeitig einschließt.

Auch zu Bex an der Rhone, unterhalb Martigny, wo man sich früher mit in ihrem Gehalte sehr veränderlichem Salzwasser benügte, hat John v. Charpentier neuerlich eine bedeutendere Menge reineres Steinsalz gefunden. Die Salzquellen von Reichenhall in Baiern entspringen am Fuße der mächtigen Salzstöcke von Hallein und Berchtesgaden, und alle die unzähligen Salzquellen Galliziens am nördlichen Abfalle der Karpathen, die Salzwasser von Ungarn, im Innern von Siebenbürgen und in der Moldau, kommen sämmtlich in Gebirgen vor, in welchen das Steinsalz eine außerordentliche Verbreitung besitzt, ja zum Theil am

stärksten an solchen Orten, wo die mächtigsten und reinsten Steinsalzlager auftreten.

Unstreitig muß bei der Kenntniß dieses so häufig deutlichen und unabweislichen Zusammenhanges der Salzquellen und des Steinsalzes ein Bemühen, die Entstehung der ersteren auf dem Wege der Auflösung zu leugnen, als fruchtlos und der einfachen Erscheinung widersprechend betrachtet werden, nichtsdestoweniger sind diese Versuche bis in die neueste Zeit wiederholt worden. Wir wollen zuvor dieselben hier im Allgemeinen übergehen, doch erscheint es nicht unpassend, einige merkwürdige Erscheinungen zu erwähnen, welche die Salzquellen überhaupt zeigen, und welche eben so entschieden als die Nähe des Steinsalzes für ihr Entstehen auf dem Wege der Auflösung sprechen. — Besonders interessant sind in dieser Beziehung die Thatsachen, welche v. Alberti anführt, dessen mehrjährige Erfahrungen sich vorzugsweise über das salzführende Gebirge von Württemberg erstrecken.

Ueberall hat man in diesen Gegenden die interessante Erfahrung gemacht, daß nirgend, wo bisher Steinsalz angebohrt wurde, sich innerhalb desselben überhaupt Quellen befanden, überall fand man mit unbedeutenden Ausnahmen das Salz fest und trocken, verwachsen mit Gips und umgeben von einer Thonmasse, welche auch in der Nähe anderer Salzmassen bekannt ist (Wieliczka, Hall in Tyrol u. s. w.) und dem Wasser undurchdringlich erscheint. Waren nur durch diese Umgebung oder Decke erst Bohrlöcher gestoßen, und konnten die Quellen, welche zwischen den Schichten der höher liegenden Gebirgsarten fließen, in ihnen niedersinken, so stellten sich auch bald in den Bohrlöchern Salzwasser ein. Je höher diese Wassersäule, also auch der Druck ist, den sie ausübt, desto schneller scheint auch die Auflösung des Steinsalzes vorzugehen, und oft geschieht sie fast in einem Augenblicke; ja, bei Sulz ist der Druck der Wassersäule so groß, daß er die Soole durch die unsichtbaren Poren des festen Gesteins preßt, und bei Hall, wo man in den niedergestoßenen Bohr-

löchern nicht Wasser genug fand, pumpt man süßes Wasser aus dem benachbarten Kocher hinein, und zieht salziges Wasser dafür in so großer Menge, als man es zu gewinnen für rathsam hält, wieder aus.

Man hat ferner bemerkt, daß überall, wo das Steinsalz in großer Mächtigkeit vorkommt, die Soole desselben Bohrloches sich allmählig veredelt, erst von schwachem Gehalt und dann allmählig immer stärker und stärker hervortritt, endlich gesättigt erscheint und in diesem Zustande so lange bleibt, als der Salzvorrath anhält. Dieß kann auch wohl kaum anders seyn bei der Voraussetzung eines Auslaugungsprozesses, welcher sich allmählig den Weg bahnt und die angreifbare Oberfläche des auflöslichen Körpers beständig vermehrt. Ist das Salz indeß nicht mächtig, so zeigen sich diese Erscheinungen nur sehr unvollkommen, und es ist das Anhalten der gesättigten Soole in enge Gränzen eingeschlossen, wie zu Offenau, das an der Gränze des Salzstockes liegt; dort hat man schon öfter die Bohrlöcher wechseln müssen, um neues Feld zum Auslaugen zu suchen. Aehnliche Beispiele von der Abnahme des Salzgehaltes in den Bohrlöchern kennt man auch auf anderen Salinen, wie zu Königsborn bei Unna.

Es ist eine auf den meisten Salinen gemachte Erfahrung, auch bei solchen, in deren Nähe noch kein Steinsalz aufgefunden worden ist, daß, wenn die Soole sich an Quantität, an Wassermenge vermehrt, sie auch an Qualität, an Salzgehalt zunimmt. Nach nassen Jahren findet man immer die Förderung solcher Werke nicht nur wasser-, sondern auch zahlreicher; es darf dieß nicht anders erwartet werden, wenn man erwägt, daß mit dem vermehrten Zuflusse süßer Gewässer sich auch deren auf die Salzstöcke einwirkende Druckhöhe vermehrt, daß ausgelaugte Höhlungen, welche bei niedrigem Wasserstande nur an den Seiten angegriffen werden konnten, vielleicht bis zur Decke von dem Auflösungsmittel berührt werden.

Diese Gründe für die Entstehung der Salzquellen auf dem Wege der Auflösung genügen soweit allen Anfor-

derungen; schwieriger erscheint es, auch bei genauer Forschung, die oben ganz allgemein hingestellte Ansicht auf die Entstehungsweise aller anderen Mineralquellen anzuwenden. Hier begegnen wir indeß einem Zweifel eigenthümlicher Art, dessen Beseitigung uns zunächst obliegt.

Zu verschiedenen Zeiten hat man versucht, Mineralwasser künstlich nachzubilden. Schon Bergmann erwähnt in seiner physikalischen Erdbeschreibung, daß es ihm gelungen sey, ein dem Pyrmonter und Selterser Wasser sehr ähnliches Produkt zu erzeugen, und neuerdings hat man eigene Anstalten gegründet, worin die wegen ihrer Heilkräfte berühmten Mineralwasser, nach Anleitung der in ihnen durch chemische Analyse aufgefundenen Stoffe, in solcher Vollkommenheit dargestellt werden, daß sie durch die Sinne und durch ihre arzneilichen Wirkungen gar nicht von den natürlichen zu unterscheiden sind. Einige, obgleich sehr geringfügige und oft ganz zu vernachlässigende Unterschiede, welche bei erhöhter Vervollkommnung der chemischen Analyse zwischen den Bestandsverhältnissen der so bereiteten und der natürlichen Wasser aufgefunden wurden, so wie andererseits der bei den der Chemie unkundigen Aerzten nur gar zu häufige Gang zum Wunderbaren, welcher die medicinischen Kräfte der Mineralwasser lieber vom sogenannten Brunnengeiste und dergleichen Phantasiegebilden, als von den darin nachgewiesenen wägbaren Substanzen ableiten will, haben aber immer wieder veranlaßt, die durch die künstliche Nachbildung der Mineralwasser so augenfällig bestätigte Auflösungstheorie in Zweifel zu ziehen. Namentlich sind es folgende Gründe, die man ihr entgegengestellt hat.

1) Die Unveränderlichkeit des Gehalts der Mineralquellen, während längerer Zeiträume der Beobachtung.
2) Das Fehlen von Spuren der Auflösung oder des Verschwindens großer Massen fester Bestandtheile aus der Nähe des Ursprungsortes der Mineralquellen.

3) Die Meinung, daß künstlich erwärmtes Wasser sich schneller abkühle, als das Wasser der natürlichen warmen Mineralquellen.
4) Der geringe Gehalt an festen Bestandtheilen, verbunden mit einer oft im Verhältnisse dazu sehr bedeutenden medicinischen Wirksamkeit.

Endlich kommt hierzu noch die Meinung des Vorkommens nach den Gesetzen künstlicher Mischung mit einander unverträglichen Bestandtheilen in den natürlichen Mineralwassern, und eine Vorstellung von der Verbindung derselben mit Imponderabilien, Mischungselektricität, einem sogenannten unwägbaren Brunnengeiste. Diese Gründe wollen wir nun nach einander erörtern.

1) Die Meinung hat sich allgemein und lange Zeit hindurch bei allen Bearbeitern dieses Gegenstandes erhalten, daß die Bestandtheile der Mineralwasser beständig in ihren Verhältnissen sich gleich bleiben. Der Anblick von Wassern, welche seit vielen Jahrhunderten, ja zuweilen, wie einigen schon den Alten bekannte, seit Jahrtausenden einen gleichen Ruf der Heilkräftigkeit ungeschwächt bewahren, mußte dieser Ansicht sehr günstig seyn. Aber auch, seitdem die Chemie im Stande ist, das Verhältniß der Bestandtheile eines Mineralwassers in kleinen Quantitäten mit Genauigkeit anzugeben, fand man mehrfach diese Meinung durch zuverlässige Zahlenangaben bestätigt. Die älteren und die neueren Analysen zeigen sehr häufig nur Abweichungen, welche innerhalb der engen Gränzen der bei solchen Arbeiten möglichen Fehler liegen, und die Gleichförmigkeit der Zusammensetzung scheint daher in vielen Fällen selbst noch größer zu seyn, als wir sie nachzuweisen vermögen.

So hat neuerlich Berzelius's Untersuchung der Karlsbader Quellen erwiesen, daß dieselben seit 33 Jahren, die seit der Analyse von Klaproth verflossen, ihre Bestandtheile nicht merklich verändert haben, und wenn es dem Talente dieses Meisters gelungen ist, in ihnen Stoffe nachzuweisen, deren Existenz früher nicht in den Mineralwassern bekannt war, so ist unstreitig

daraus nur der Schluß zu ziehen, daß diese Bestandtheile der Aufmerksamkeit seiner Vorgänger entgangen seyen.

Aehnlich hat auch neuerlich Bischof bei seiner Untersuchung des Geilnauer Wassers gezeigt, daß dieses ebenfalls in einem gleichen Zeitraume seit Amburger's Analyse seine Zusammensetzung nicht verändert habe. — Das Fachinger Wasser zeigte selbst bei sorgfältiger Wiederholung seiner Analyse in einem Zeitraume von 78 Jahren durch Burggrave und H. Bischof dieselbe Eigenthümlichkeit, und es mag daher wohl kein gewagter Schluß seyn, wenn wir sie auch für eine längere Reihe vorangehender Jahre als wahrscheinlich annehmen.

Setzt man nun voraus, daß diese Wasser ihre Bestandtheile durch Auslaugung der Gebirgsarten erhalten, welche sie vor ihrem Austritte durchstreichen, so ist, abgesehen von der Schwierigkeit, diese Bestandtheile in den, den Quellen benachbarten Gebirgsarten nachzuweisen, unstreitig doch die Gleichförmigkeit ihres Gehaltes eine befremdende Wahrnehmung. Wasser, was Gebirgsarten auslaugt, wird, so scheint es am Tage zu liegen, nicht immer gleichförmig auf dieselben einwirken können; nimmt es fortwährend unter der Erde einen und denselben Gang (hält es sich beständig auf einerlei Klüften), so wird es den ihm zunächst liegenden Gesteinen bald alle auflösbaren Substanzen entziehen, und sein Gehalt wird daher fortwährend bis zum endlichen Verschwinden abnehmen müssen. Bahnt es dagegen sich öfter neue Wege durch Auswaschung benachbarter Klüfte, so wird sein Gehalt bald sich steigern, bald sinken, und überdieß nach der verschiedenen Durchdringbarkeit einzelner Theile derselben Gebirgsart sich ändern müssen. Ja, es steht zu erwarten, daß nicht immer dieselben Bestandtheile in derselben Quelle dürften gefunden werden, denn es wird doch auf verschiedenen Wegen das Wasser irgend einem der in der Erde so häufig vorkommenden Wechsel der Gesteine

begegnen, und alſo Verſchiedenes zu verſchiedenen Zeiten aufnehmen müſſen.

Abgeſehen indeß von allen Verſuchen, das Hineintreten der feſten Beſtandtheile in die Mineralwaſſer anders als auf dem Wege der Auslaugung erklären zu wollen, verdient hierbei doch zunächſt Folgendes in Betracht gezogen zu werden.

a) Iſt es gewiß, und noch kürzlich hat L. v. Buch darauf aufmerkſam gemacht, daß wir genöthigt ſind, das Entſtehen aller aus größerer Tiefe hervorkommenden Quellen, zu welchen vorzugsweiſe die Mineralquellen gehören, dem Zuſammentreten einer unzähligen Menge feiner Tropfen (oder Schwitzwaſſer) zuzuſchreiben, deren jeder einen Theil der Beſtandtheile aus ſeinen Umgebungen mitbringt, und welche, oft aus großer Ferne zuſammenfließend, bald eine Menge feiner Waſſerſtrahlen bilden, und, ſich zu einem größern Strahle vereinigend, als Quellen hervortreten.

Halten wir uns an dieſes Bild, ſo iſt es klar, daß eine Quelle ſolcher Art ſchon fortwährend das Reſultat der Veränderungen in ſich ſchließt, welche in einem beträchtlichen Raume in Beziehung auf den Gang ihrer Zuflüſſe und auf ihre verſchiedenen Beſtandtheile in verſchiedenen Zeiten vorkommen können. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß, wenn einmal von einer Seite her die Auflöſung ſchwächer zufließt, ſie von irgend einer der vielen anderen Seiten, welche der Quelle ihren Reichthum darbieten, ſtärker erſcheinen wird, und wenn auch irgendwo ein Theil der Zuflüſſe ſich einen Weg durch Gebirgsarten bahnt, welche andere Beſtandtheile darbieten, ſo wird der Einfluß dieſer Aenderung auf die Beſchaffenheit der von ſo unzähligen Zuflüſſen geſpeisten Quelle häufig ſehr unbedeutend ausfallen.

Ganz derſelbe Grund beſtimmt unter anderen Umſtänden die ſich gleichbleibende Waſſermenge ſolcher Quellen, welche ihre Zuflüſſe aus anſehnlicher Tiefe und aus einem großen Bezirke erhalten. Sie ſind weniger abhängig von den zufälligen Einflüſſen der vorübergehend vermehrten und verminderten meteoriſchen Niederſchläge,

und gleichen zum Theil dieselben aus; während nämlich bei Quellen, welche an der Oberfläche entspringen, jeder Gewitterregen eine vermehrte Wassermenge zeigt, während sie bei nur kurzer Dürre versiegen, fließen dagegen die Quellen, welche aus der Tiefe kommen, scheinbar gleichförmig fort, und nur der Einfluß feuchter oder trockener Jahreszeiten zeigt sich bei ihnen nach der Tiefe ihres Ursprungsortes und dem Umfange des Bezirks ihrer Zuflüsse.

b) Es ist aber auch durch die neueren Zusammenstellungen von Wurzer, Struve und Bischof erwiesen, daß diese Unveränderlichkeit der Mischungsverhältnisse keineswegs allen Mineralquellen zukommt, und daß wir daher auch bei denen, bei welchen sie gegenwärtig bemerkt worden ist, wohl zu schließen berechtigt sind, sie bei wiederholter Untersuchung in längeren Zeiträumen nicht immer bestätigt zu finden. Berücksichtigt man auch nicht die kleineren Abweichungen, welche die oben genannten Chemiker in diesen Wassern gefunden haben, und welche z. B. Berzelius zu der Meinung veranlaßten, daß das Karlsbader Wasser zuweilen etwas Kali enthalte, zuweilen wieder nicht, so zeigen sich doch in den Analysen derselben Quellen durch zuverlässige Chemiker zuweilen so große Abweichungen der einfachen Resultate, daß wir ihren Grund nur in der Unbeständigkeit der Quellen selbst vermuthen können.

So fand Berzelius 1823 in dem Steinbade von Töplitz kaum halb so viel feste Bestandtheile, als Ambrozzi 25 Jahre früher gefunden hatte, ungeachtet der Letztere ausdrücklich bemerkt, daß er den Rückstand vom Abdampfen so lange getrocknet habe, bis er keinen Gewichtsverlust mehr erlitt, und die hier so nahe liegende Frage ist deßhalb von dem Erstern schon aufgestellt worden (Ambrozzi fand im Jahr 1797 in 1000 Gewichtstheilen Wasser 2,137 feste Bestandtheile, Berzelius dagegen in derselben Menge 0,624).

Merkwürdig ist in dieser Beziehung die Wahrnehmung von Herrmann, welcher eine große Zahl wiederholter genauer Analysen der Salzquellen von Schö-

nebeck machte, wonach der Salzgehalt dieser Quellen einer fortschreitenden Veränderung unterworfen ist, das Glaubersalz sich darin fortwährend vermehrt, während das Kochsalz absolut gleich bleibt. Es wird dieß besonders aus einem größern Beispiele deutlich, welches er im Einzelnen nachweist. Das zur Erzeugung von 20,000 Last Kochsalz erforderliche Quantum Soole enthielt nämlich im Jahr 1794 6000 Centner Glaubersalz, während sich jetzt in derselben Menge etwa 37 bis 38,000 Ctr. Glaubersalz befinden, und dieß Verhältniß scheint sogar noch im Zunehmen begriffen.

Eine ähnliche Veränderlichkeit hat man auch in den Bestandtheilen der Salzsoole von Halle wahrgenommen; denn im Jahr 1798 kamen in derselben nach Gilbert's Analyse auf 1 Theil salzsaure Magnesia 7 Theile salzsaurer Kalk, im Jahre 1823 dagegen nach Meißner auf 2 Theile der erstern nur 1 Theil des letzteren, und da dieser letztere Gehalt successive darin abgenommen hat, so ist es wahrscheinlich, daß er in wenigen Jahren vielleicht völlig daraus verschwinden werde.

Nicht minder ist Aehnliches auch von Mineralquellen bekannt geworden. So fand Klaproth 1806 in dem Mineralwasser von Riepoldsau kohlensaures Natron und kohlensaure Magnesia; Salzer aber fand 1811 keines von beiden darin.

Westrumb erhielt zu verschiedenen Zeiten bei Untersuchung des Wassers von Pyrmont 1788 in Beziehung auf einzelne Bestandtheile (besonders auf das Glaubersalz) bei Anwendung derselben Analysirmethode ganz verschiedene Resultate, und 1823 fand Brandes darin kohlensaures Natron als vorherrschenden Bestandtheil, während Westrumb keine Spur davon angibt, und doch, wie Bischof ausdrücklich bemerkt, seine Versuche so angestellt hat, daß sich die Anwesenheit desselben hätte zeigen müssen, wenn es damals im Wasser wirklich vorhanden gewesen wäre.

Struve bemerkt, daß ihm fast jede Untersuchung, welche er mit dem Wasser des Kreuzbrunnens von Marienbad anstellte, andere Resultate gegeben habe, und

er führt zum Beweise davon noch drei andere Analysen dieses Wassers durch drei sorgfältige Chemiker, Reuß, Steinmann und Ziegler, an, welche sehr bedeutende Abweichungen zeigen; ähnlich erging es ihm mit dem Wasser von Ems, und dort fand er die merkwürdige Eigenthümlichkeit, daß die Menge der im Wasser gelösten festen Bestandtheile sich gleich blieb, aber die Zusammensetzung derselben variirte.

Bischof fand in den Quellen von Roisdorf bei Bonn eine merkwürdige Zunahme der Bestandtheile vom August 1824 bis April 1825, und sehr zahlreiche Beweise, welche er zusammenstellt, zeigen, daß eine ähnliche Veränderlichkeit der Mineralquellen, deren Größe außerhalb der Gränzen der möglichen Fehler in den Analysen liegt, schon häufig bemerkt worden sey; ja, Struve äußert daher mit Recht: es sey nothwendig, die im Gebrauch stehenden Mineralwasser wenigstens jährlich einmal zu analysiren, damit der Arzt ihre Zusammensetzung genau erfahre. Es können daher die Gründe, welche man aus der vorausgesetzten Beständigkeit der Mineralquellen gegen die Auflösungstheorie hergenommen hat, keineswegs ferner als gültig angesehen werden.

2) Der zweite Einwurf, welchen man der Auflösungsansicht gemacht hat, betrifft die Menge der festen Bestandtheile, welche im Laufe von Jahrtausenden die Mineralquellen dem Innern der Erdrinde entführen müßten. Wären diese früher fest in derselben vorhanden gewesen, so, sagt man, müßten in der Nähe der Austrittspunkte der Quellen die leeren Räume, welche sie durch Auslaugen veranlaßt haben, nachweisbar seyn; wir würden die Umgebungen derselben reich an Höhlen, verwüstet von Einstürzen, bewirkt durch die fortdauernden Unterwaschungen der Oberfläche, finden, und einige solcher Quellen müßten nach Wurzer's Ansicht schon Erdfälle von dem Umfange ganzer Provinzen erzeugt haben. Allein wir sehen in der Nähe von Mineralquellen Höhlen und Erdfälle nicht häufiger wie sonst, und noch nirgend ist ein nothwendiger Zusammenhang

zwischen ihrem Vorkommen und der Entstehung der Quellen erwiesen worden, in der Art, daß sie Reste von Substanzen enthielten, welche die Mineralquellen mit sich führen, oder daß sie den Quellen den Austritt geben.

Wir müssen hier zwar, wie bei den anderen Einwürfen gegen die Auflösungsansicht, entgegnen, daß doch nachzuweisen sey, wo die Bestandtheile der Mineralquellen sonst herkommen, die sie doch deutlich aus dem Innern der Erdrinde mit sich heraufbringen, wenn sie dort nicht von ihnen gefunden und weggeführt werden; aber außerdem dient noch zur Beleuchtung dieses Verhältnisses der Beweis, daß man die Wirkungen der Mineralquellen auf die Durchlöcherung der Erdrinde bei der Annahme großer, durch sie gebildeter Höhlungen sehr übertrieben hat, weil man die Resultate einer einfachen und leicht anzustellenden Berechnung dabei übersieht.

Eins der größten unter den genauer bekannten Beispielen von einer sehr reichlichen Quantität fester Bestandtheile, welche durch Mineralquellen dem Innern der Erde entführt werden, zeigen die Quellen von Karlsbad. So wie diese auch muthmaßlich zu den wasserreichsten Mineralquellen des Festlandes von Europa gehören, so ist auch die Menge der Salze, welche sie mit sich führen, bewundernswürdig. Schon Klaproth hat berechnet, daß diese jährlich 6800 Ctr. kohlensaures Natron und etwa 10,300 Ctr. Glaubersalz betrage; allein Gilbert hat gezeigt, daß diese Schätzung noch viel zu gering sey, daß diese Massen zu 130,000 Ctr. kohlensaures Natron und zu 200,000 Ctr. Glaubersalz angenommen werden könnten.

Diese ungeheure Menge, sollte man denken, müßte allein seit dem Jahre 1347 oder seit 490 Jahren, wo man diese Quellen kennt, einen ansehnlichen hohlen Raum erzeugt haben, geschweige denn im Laufe einiger Jahrtausende, in welchen sie, wie wir aus geognostischen Gründen vermuthen dürfen, fortwährend unter gleichen Verhältnissen dem Innern der Erde entströmt sind. Angenommen indeß, was für den hier gemachten Einwurf

der günstigste Fall ist, die Masse fester Bestandtheile, welche die Karlsbader Quellen führen, liege an einem einzelnen Punkte beisammen gelagert, und ihre Auflösung erzeuge einen zusammenhängenden hohlen Raum, so findet v. Hoff, daß ihr Inhalt für 500 Jahre dem eines Würfels von 410 pariser Fuß gleich seyn würde. Ein solcher Würfel aber würde, im Thale von Karlsbad aufgestellt, noch lange nicht die Höhe der dasselbe gegenwärtig einschließenden Thalwände erreichen, und in Beziehung auf die Grundfläche so klein seyn, daß erst 14 solcher Würfel den Flächenraum bedeckten, welchen gegenwärtig die Stadt Karlsbad einnimmt. Eine solche Masse aber würde hinreichen, die Karlsbader Quellen während 7000 Jahren mit ihren Bestandtheilen zu versorgen, und dennoch würde eine Höhle von diesem Umfange, tief liegend, wie der Herd aller heißen Quellen, nur als eine sehr unbedeutende Blase oder Aushöhlung erscheinen, deren Daseyn weder ohne Beispiel ist, noch überhaupt unsere Ansicht aufzuheben geeignet wäre.

Struve, welcher ähnliche Resultate gefunden hat, fügt noch die Betrachtung hinzu, daß ein Salzlager von den bekannten Dimensionen des Lagers von Wieliczka, dessen ganze Ausdehnung indeß nach der Tiefe bis jetzt noch nicht einmal bekannt ist, hinreichen würde, um Quellen, wie die Karlsbader, auf einen Zeitraum von 174,086 Jahren mit einem gleichen Gehalte von festen Bestandtheilen zu versehen. Es liegt also die Größe solcher Salzanhäufungen, wie die stärksten Mineralquellen verbrauchen, keineswegs außerhalb des Bereiches der Erfahrungen, und für die anderen reicht natürlich diese Vergleichung noch bei weitem eher hin.

So hat Egen gezeigt, daß die Salzquellen zu Rothenfelde bei Osnabrück, eine der reichsten Salzquellen Westphalens, in 4000 Jahren ein Salzlager (vermischt mit allen übrigen festen Bestandtheilen derselben) verbraucht haben würden, welches bei einer Längen- und Breitenausdehnung von etwa $^5/_4$ Stunden eine Stärke von ungefähr 18 Fuß haben müßte. Eine solche Höhlung würde, wenn sie in einer angemessenen Tiefe un-

ter der Erdoberfläche läge, keinen Erdsturz bewirken. Die Erfahrungen bei den Sinkwerken der Salzgruben von Berchtesgaden lehren, daß viel größere Massen aus dem Innern der Erde entfernt werden können, ohne Einfluß auf die Erdoberfläche, ja selbst ohne beträchtliche Einstürzungen der nächsten Decke herbeizuführen, wobei noch sehr zu beachten ist, daß die natürlich sich bildenden Höhlungen dieser Art fortdauernd mit Wasser erfüllt bleiben, welches einem um so größern Drucke ausgesetzt ist, je tiefer dieselben liegen und um so kräftiger dem Einbrechen entgegenstrebt; daß die natürlichen Auslaugungen wohl kaum so zusammenhängende Massen und in so kurzer Zeit angreifen, als die künstlichen und daher noch weit weniger geeignet erscheinen, Erdstürze und Zerstörungen an der Oberfläche zu veranlassen.

Es würden sich Beispiele ähnlicher Art mit Leichtigkeit beibringen lassen, welche dasselbe erweisen, und wir würden also hiernach auch diesen Einwurf für beseitigt halten können; doch tritt noch ein Umstand hinzu, welcher ihm vollends alles Gewicht raubt. — Wir sind bisher von der Voraussetzung ausgegangen, daß alle die in den Mineralquellen enthaltenen Bestandtheile ihnen von einem einzelnen Punkte, von einer zusammenhängenden Masse zugeführt würden. Diese Vorstellung aber ist, wie v. Hoff schon bemerkt hat, nicht nur sehr roh, sondern auch höchst unwahrscheinlich. Wir haben vielmehr oben schon gesehen, daß die bedeutenderen Mineralquellen ihren Wasserreichthum und also auch ihre Bestandtheile aus einem sehr beträchtlichen Umkreise herziehen; wir werden ferner noch nachweisen, daß in der That die Stoffe, welche sie führen, in ihrer Umgebung fein vertheilt, über große Räume vorkommen, und es folgt daher hieraus schon von selbst, daß sogar so unbedeutende Höhlungen in der Erdrinde, als sie nach dieser Voraussetzung erzeugen würden, in der That nicht von ihnen ausgehöhlt werden können. Es wird im Gegentheil durch eine allmählige Auslaugung der Gebirgsarten, die in das Gebiet der Mineralquellen fallen,

nur ihr Volumen vielleicht etwas verändert, oder die Masse derselben wird, bei allmähliger Entziehung von einigen ihrer Bestandtheile, bei gleichbleibendem Umfange nur aufgelockert werden, und wenn einzelne Bestandtheile auch wirklich nur an einem einzelnen Orte, an welchem sie rein beisammen liegen, zugeführt werden sollten, so wird demnach doch ein um ein Beträchtliches vermehrter Zeitraum vorübergehen, bevor in den Umgebungen gewisser Quellen Höhlen von dem angegebenen Umfange entstehen können. v. Hoff schließt daher seine Betrachtungen über Karlsbad mit der Bemerkung, daß wohl noch sieben Jahrtausende vorüber gehen können, bevor in den Umgebungen desselben eine Höhle von dem Körperinhalte eines Würfels mit den angegebenen Dimensionen gebildet werden könnte.

3) Der dritte bedeutendere Einwurf, welchen man gegen die Ansicht gemacht hat, daß die Mineralquellen nicht weiter als einfache chemische Lösungen der in ihnen enthaltenen Stoffe seyen, besteht darin, daß die natürlichen warmen Wasser im Stande wären, größere Wärmemengen zu fassen und länger festzuhalten, als ihnen durch künstliche Erwärmung beigebracht werden könnte. — Es werde daher durch sie, so glaubte man, dem menschlichen Organismus mehr Wärme zugeführt, als man ihm durch künstliche warme Bäder verschaffen könne, es würden unbekannte Prozesse der Auflösung und Verbindung fester Stoffe dadurch möglich, welche wir in unseren Laboratorien nicht zu erzeugen im Stande seyen.

Diese Meinung, für welche Bestätigungen durch Versuche von Hrn. Kastner zu Wiesbaden mit großer Lebhaftigkeit vorgetragen wurden, ist an den Ursprungsorten aller Quellen von höherer Temperatur verbreitet, und nächstdem, daß sie den Badeärzten die Befriedigung gewährt, die Kraft dieser Gewässer als etwas Magisches darzustellen, welches sich nach den Grundsätzen der Wissenschaft nicht erklären lasse, ist sie durch die täglich wiederholte Wahrnehmung der langen Dauer entstanden, welche zur Abkühlung dieser Quellen nach ihrem

Austritt bis zu der dem Menschen passenden Badewärme erfordert wird.

Zu Wildbad im Thale von Gastein ist es eine bekannte Erfahrung, daß man das dortige Wasser von 36° R. Temperatur schon am Abend in die Badestuben ablassen muß, damit es am nächsten Morgen die Badewärme von etwa 25 bis 26° R. besitze. In Wiesbaden (von 52,8° R.) und zu Karlsbad (59° R.) erfordert diese Abkühlung eine Zeit von 15 bis 20 Stunden, und allerdings scheint dieß bei flüchtiger Beachtung sehr auffallend. Indeß bemerkte schon Bischof, daß man sich über die sehr langsame Abkühlung einer beträchtlichen Wassermasse nicht wundern dürfe, welche, in einem schlecht leitenden eingemauerten Becken aufbewahrt, ihre Wärme nur nach oben hin abzugeben im Stande sey. Sicherer aber wird diese Meinung durch die zu ihrer Prüfung besonders angestellten Versuche mehrerer Naturforscher widerlegt.

Neumann, Steinmann, Reuß und Damm haben in dieser Rücksicht den Karlsbader Sprudel geprüft; sie füllten mit gewöhnlichem bis auf 59° R. erwärmtem Flußwasser eine Flasche, neben welche sie eine gleiche Wassermenge enthaltende Flasche mit frisch geschöpftem Sprudelwasser stellten, und beobachteten nun gleichzeitig in beiden die Abnahme der Temperatur; sie fanden, daß die Abkühlung in beiden sehr nahe gleichförmig von Statten geht, und daß genau dieselbe Zeit erforderlich war, um die Temperatur in beiden Flaschen bis auf die des Zimmers herabsinken zu lassen, in welchem beobachtet wurde.

Aehnliche Untersuchungen hat Longchamp an den Quellen von Bourbonne les Bains im südlichen Frankreich mit vieler Umsicht angestellt, und erhielt dasselbe Resultat, obgleich kurz vor ihm scheinbar sorgfältig gemachte Versuche, deren Mängel er aufdeckte, die entgegengesetzte Ansicht zu bestätigen schienen.

Ebenso war das Resultat der Versuche, welche 1823 von Reuß, Ficinus und Schweigger an den Quellen zu Töplitz angestellt wurden, ebenso das früher untersuchte Verhalten der Quellen von Baden-Baden (52°

R.), durch Salzer geprüft, und im Jahr 1824 hat Leop. Gmelin in Wiesbaden dasselbe durch sehr befriedigende Versuche gegen die früher durch Kastner voreilig verbreitete Meinung erwiesen.

Es ist bei dem Ueberblicke dieser Erfolge, welche von so vielen Gelehrten erwartet wurden, in der That nur zu bewundern, wie eine so durchaus mit den bekannten Gesetzen des Wärmestoffs im Widerspruch stehende Ansicht, welcher man in der That keinen höhern Werth als den eines Volksaberglaubens beimessen darf, so lange bei wissenschaftlich Gebildeten hat Eingang finden können, daß man sie selbst noch gegenwärtig nur zögernd und ungern aufzugeben geneigt ist.

4) Was den vierten der erwähnten Einwürfe betrifft, so scheint es eine der Beobachtung sehr würdige Thatsache zu seyn, daß Quellen bei einem unbedeutenden Gehalt an festen Bestandtheilen doch eine verhältnißmäßig sehr beträchtliche Wirkung auf den menschlichen Organismus ausüben.

Dieß scheint vorzugsweise der Fall bei einigen warmen Quellen zu seyn, wie bei den Quellen von Pfeffers in der Schweiz, welche bei 29,7° R. Temperatur im Pfunde nur 2,2 Gran fester Bestandtheile enthalten, also viel schwächer an fremdem Gehalt sind, als die meisten unserer gewöhnlichen Brunnenwasser; bei den Quellen des Wildbades Gastein und den Töplitzer Quellen, welche ungefähr nur 1/9 der festen Bestandtheile von denen von Karlsbad enthalten.

Diesen Widerspruch aber zu lösen, kann allein ein Gegenstand der Medicin seyn, und die Chemie wird uns nur in dem wenig wahrscheinlichen Falle hier noch Auskunft geben können, wenn es einst vielleicht erwiesen werden sollte, daß die Stoffe flüchtiger Natur, in welchen das wirksame Princip dieser Quellen liegen könnte, übersehen haben sollte. Wir übergehen endlich die anderen Gründe, welche gegen den Charakter der Mineralwasser als einfach chemischer Lösungen ferner noch sprechen sollen, als unwesentlich sowohl wie als unerweisbar.

Wenn wir nun den Widerspruch gegen das Wesen der Mineralquellen als befriedigend entfernt ansehen dürfen, so wird es noch von Wichtigkeit seyn, einige Erläuterungen über das Vorkommen der Substanzen in der Erdrinde hinzuzufügen, welche die Mineralquellen aus derselben heraufbringen. Sind diese Substanzen wirklich in den Gesteinen vorhanden, mit welchen die Zuflüsse der Mineralquellen in Berührung treten, und finden sie sich dort unter Verhältnissen, welche dem Wasser gestatten, sie wegzuführen?

Diese Frage dürfen wir mit Beachtung der Resultate, welche die Forschungen der neuesten Zeit ergeben haben, unbedenklich bejahen, und wenn gleich manches Einzelne zur Bestätigung derselben noch dunkel bleibt, so vermehren sich doch täglich die Erfahrungen, welche den unwissenschaftlichen Begriffen über diesen Gegenstand entgegentreten. So wie wir das Steinsalz immer häufiger nachweisen konnten, so läßt es sich gegenwärtig auch von den Bestandtheilen vieler anderen Mineralquellen erweisen, daß sie in den Umgebungen derselben in hinreichender Menge verbreitet vorkommen, um sie für Jahrtausende zu speisen.

Am besten kennen wir in dieser Hinsicht die Verhältnisse der Familie der Sauerbrunnen. Schon als Klaproth die Quellen von Karlsbad analysirte, in welchen hauptsächlich die Natronsalze vorwalten, machte er darauf aufmerksam, daß ganz in der Nähe derselben Gebirgsarten in großer Verbreitung an die Oberfläche treten: Klingsteine und Basalte, welche einen unerschöpflichen Vorrath von Natron in ihrer Zusammensetzung enthalten, welcher durch Verwitterung und Auslaugung aus ihnen sichtbar verschwindet, also muthmaßlich durch die Gewässer zu den Ursprungsorten der Quellen hin fortgeführt wird.

Erst neuerlich hat z. B. Prof. G. Bischof berechnet, daß der Natrongehalt eines einzigen dieser Berge in dem Mittelgebirge (des Donnersberges bei Milleschau) allein hinreichen würde, den Karlsbader Quellen für 35,394 Jahre ihren vorwaltenden Bestandtheil zu

liefern. Es lag ferner die Schlußfolge sehr nahe, daß auch alle die anderen natronhaltigen Mineralquellen von Böhmen, wie die von Eger, Bilin, Töplitz, Marienbad u. s. w., ihre Eigenthümlichkeit der Nachbarschaft derselben Gebirgsarten verdanken, welche man auch in ungewöhnlicher Häufigkeit überall in ihrer Nähe nachzuweisen im Stande ist.

Berzelius, welcher den Untersuchungen über die Zusammensetzung der Quellen von Karlsbad einen eigenen Abschnitt über ihre Entstehung hinzufügte, ging in der Reihe seiner Schlüsse noch weiter; er war lebhaft von der Betrachtung ergriffen worden, daß sich in der Nähe dieser Quellen ganz dieselben Anhäufungen von basaltigen Gebirgsarten und schlackigen Laven finden, welche er früher im südlichen Frankreich (in der Auvergne, im Vivarais u. s. w.) kennen gelernt hatte, und in deren Umgebungen zahlreiche Mineralquellen von demselben Charakter der Zusammensetzung hervortreten. Er schloß daher, daß auch jene auf ähnlichem Wege aus der Auflösung derselben Gebirgsarten erzeugt werden müssen.

G. Bischof, welcher auf dieselben Verhältnisse des Zusammentreffens natronhaltiger Gebirgsarten mit natronreichen Quellen bei seinen Untersuchungen der Quellen von Fachingen, Geilnau und Selters aufmerksam wurde, hat in einer fleißigen Zusammenstellung dieser Ansicht vermehrte Stützen gegeben; er zeigte, daß überall, wo dieselben Wasser bekannt sind, auch dieselben Gebirgsarten in der Nähe sich wiederfinden, und er lieferte eine Uebersicht der natronhaltigen Mineralquellen in Deutschland und seinen Nachbarländern, aus welcher es unmittelbar hervorging, daß sie in Beziehung auf ihre geographische Vertheilung genau denselben Gesetzen folgen, wie die Vertheilung der Basalte und der vulkanischen Gebirgsarten in diesen Gegenden. In Deutschland allein lassen sich sieben solcher Hauptgruppen nachweisen.

Eine andere, für die Entstehungsgeschichte dieser Quellen wichtige Thatsache, auf welche die Forschungen der

genannten Gelehrten von Neuem die Aufmerksamkeit lenkten, ist hier hervorzuheben. Alle diese Quellen, welche Natronsalze unter den festen Bestandtheilen charakteristisch besitzen, zeichnen sich gemeinschaftlich durch den Gehalt an Kohlensäure aus, welchem sie ihre vorwaltenden Eigenschaften verdanken. Natronhaltige Gebirgsarten gibt es noch mehrfach außer den genannten (Granit, Porphyr, Thonschiefer, Glimmerschiefer u. s. w. enthalten beträchtliche, wenn gleich geringere Quantitäten Natron), und doch zeigen sich allein diese Quellen bei den ersten in der Nähe der vulkanischen Gebirgszüge, wo auch die Kohlensäure in ungemessener Häufigkeit austritt. — Diese beständige Art der Verbindung mußte daher zu der Ansicht führen, daß beide Phänomene mit einander in nothwendiger Beziehung stehen.

Es war sehr natürlich, sich daran zu erinnern, daß die gasförmigen Entwickelungen der Kohlensäure in vielen Gegenden der Erde deutlich die Wirkungen vulkanischer Thätigkeit sind, welche oft noch lange fortdauern, nachdem die Beweise einer größern Energie derselben in ächten Ausbrüchen vielleicht seit Jahrtausenden aufgehört haben. Die Hundsgrotte bei Neapel, die sogenannten Mofetten, welche die Eruptionen des Vesuvs zu beschließen pflegen, die Kohlensäureentwickelungen, welche in der Auvergne, am Lachersee, in der Eifel u. s. w. in so ausnehmender Häufigkeit vorkommen, sind auf keine Weise verschieden von den Gasentwickelungen in der Dunsthöhle bei Pyrmont, im Thale von Driburg, im Schwefelloche bei Ems und in den Umgebungen der böhmischen Sauerbrunnen.

Wir sehen daher mit Recht in dieser ganzen großen Quellenfamilie das Produkt einer vulkanischen Regung, welche fortwährend am Fuße der oft längst erloschenen vulkanischen Gebirgszüge vor sich geht, und das Wasser, welches mit den gasförmigen Ausströmungen der Kohlensäure in Berührung tritt, in den Stand setzt, einige Bestandtheile der benachbarten Gesteine sich anzueignen und mit ihnen beladen hervorzutreten. Ja, es sind auch überdieß die nächst der vorherrschenden Koh-

lensäure in Verbindungen mit Basen auftretenden Säuren in diesen Quellen, wie die Schwefelsäure und Salzsäure, nur solche, welche am häufigsten von noch thätigen Vulkanen ausgehaucht werden.

Diese theoretische Ansicht von der Entstehung der Sauerquellen, welche rein eine Folge der Verbindungen geognostischer und chemischer Forschungen ist, hat bei dem Versuche, sie auf die speciellen Verhältnisse einzelner Mineralquellen anzuwenden, bereits einen so hohen Grad von Befriedigung gewährt, daß es nicht nöthig seyn wird, auf die früheren lokalen Erklärungsversuche zurückzugehen; nur ist es interessant, auf einige individuelle Verhältnisse aufmerksam zu machen, welche dieser neuern Ansicht zur Bestätigung dienen.

Bei vielen dieser Quellen zeigt sich eine mehr oder minder erhöhte Temperatur; die Quellen von Karlsbad, die von Mont d'Or, St. Nectaire, die von Reikum in Island, Töplitz, geben davon ausgezeichnete Beispiele. Man hat sich früher mehrfach bemüht, diese Erscheinungen der Erhitzung von Schwefelkieslagern oder Steinkohlenbränden herzuleiten, mit welchen sie vor ihrem Ausfluß in Berührung treten. Es läßt sich indeß leicht sowohl aus den Bestandtheilen der Quellen, als aus der durch Jahrtausende fortdauernden Erwärmung derselben erweisen, daß dieß die wahre Ursache ihrer Wärme nicht seyn könne.

So hat es schon von den Genannten Berzelius mit großer Evidenz dargethan, daß es die unmittelbare Erhitzung durch den Herd der Vulkane sey, an welcher sie Theil nehmen. Berzelius schloß dieß von den Quellen bei Karlsbad zunächst aus der Menge der diese Gegend umgebenden vulkanischen Gebirgsarten, im Vergleiche mit den Ursprungsorten von Quellen ähnlicher Art. Besonders merkwürdig aber ist dabei noch die Wahrnehmung, daß der Wärmegrad dieser Quellen lange Zeit hindurch constant bleibt. Berzelius fand die Temperatur des Karlsbader Sprudels im Jahre 1822 noch genau ebenso groß, als sie Becher im Jahr 1770, also 52 Jahre früher, gefunden hatte.

Von den Bädern vom Mont d'Or hat derselbe Chemiker auf eine sehr überzeugende Art erwiesen, daß die Temperatur derselben sich seit etwa 2000 Jahren kaum merklich könne geändert haben. Dort badete man nämlich schon zu den Zeiten des Julius Cäsar in einem, durch das damals erbaute steinerne Badehaus fließenden Strome der Quelle selbst. Die Temperatur derselben ist heute 38,7° R., und da dieß ziemlich die höchste Temperatur ist, welche der menschliche Körper im Wasser noch ertragen kann, so kann sie sich seit jener Zeit nicht beträchtlich vermindert haben; man würde sie sonst gewiß nicht ohne besondere Abkühlungsanstalten haben benutzen können.

Ferner hat v. Hoff durch eine umsichtige Erforschung der Gegend von Karlsbad dargethan, daß die Quellen daselbst aus einer mit zerbrochenem Gestein angefüllten, sehr tiefen und weiten Spalte des Urgebirges austreten, welche wahrscheinlich unmittelbar bis zu der alten Werkstätte vulkanischer Wirkungen niedersetzt. Auch geht daraus hervor, daß, je höhere Ausflußpunkte diese Quellen besitzen, um so niedriger die Temperatur ist, welche ihnen zukommt.

Es ist demnach sehr natürlich die Annahme zu machen, daß auch die kalten Sauerbrunnen dieser, so wie anderer Gegenden, welche theils höher (im jüngern Gebirge) entspringen, theils mit den Tiefen der Erde in einer minder offenen Verbindung als die heißen Quellen stehen, auf eine ähnliche Weise gebildet werden und an die Oberfläche kommen. Für diese Annahme spricht noch die Wahrnehmung, daß viele dieser sogenannten kalten Sauerquellen doch noch immer eine etwas über dem Mittel der Atmosphäre stehende Temperatur besitzen.

Wir kennen zwar im scheinbaren Widerspruche mit dieser Ansicht mehrere bedeutende Sauerquellen, in deren Nähe vulkanische natronhaltige Gebirgsarten nicht gefunden werden. So ist dieß der Fall mit den Quellen von Pyrmont und Driburg und mit einer Menge minder kräftiger Sauerbrunnen in dem Theile Westphalens zwischen der Weser und dem Teutoburger Walde.

Hier aber genügt die Bemerkung, wozu auch schon die Analogie so vieler deutlich beobachteten Fälle dieser Verbindung leiten sollte, daß diese Quellen unter Verhältnissen auftreten, welche es sehr wahrscheinlich machen, daß die vulkanischen Gesteine zwar hier vorhanden sind, aber unter der Oberfläche von jüngeren Gebirgsarten verdeckt liegen. Sie treten sämmtlich aus Spalten der Erdrinde hervor, welche das unzweifelhafte Gepräge der Entstehung durch vulkanische Kräfte an sich tragen. Die benachbarten Berge, die alten Ränder dieser Spalten sind erhoben und gewaltsam auseinandergerissen, und wir stehen dort auf einem Boden, auf welchem die vulkanische Wirkung, die ihn gestaltet hat, sich noch durch das anhaltende Entweichen von kohlensauren Gasströmen und durch das Hervortreten der aufgelösten Bestandtheile vulkanischer Gebirgsarten deutlich macht. Auf ähnliche Weise hat auch Stift in seiner geognostischen Beschreibung von Nassau bemerkt, daß überall in der Nähe der dortigen Heilquellen, wo ebenfalls die Basalte nicht ganz nahe liegen, ähnliche Unregelmäßigkeiten, Zerreißungen in den Schichtungsverhältnissen zu finden sind.

Der Chemie übrigens muß es überlassen bleiben, ferner zu erklären, auf welchem Wege die große Menge von Kohlensäure, welche in den Sauerbrunnen austritt, fortwährend im Innern der Erde gebildet wird, und wie mit ihrer Hülfe die Auflösung der anderen Bestandtheile erfolgt, welche in diesen Mineralquellen vorkommen, und glücklicher Weise scheint auch die Lösung dieses Problems wenig Schwierigkeiten zu bieten.

Unsere Erdrinde ist bekanntlich sehr reich an kohlensauren Verbindungen; der kohlensaure Kalk oder Kalkstein nimmt allein vielleicht wohl die Hälfte der Massen weg, welche bis zu der uns bekannten Tiefe in die Zusammensetzung derselben eingehen. Die in ihm enthaltene Kohlensäure aber trennt sich sehr leicht und entweicht gasförmig unter mannigfachen Umständen. Es geschieht dieß insbesondere, wenn eine mächtigere Säure damit in Berührung tritt, und höchst wahrscheinlich also besonders häufig, wenn der Kalkstein, wie wir so oft

geschehen sehen, sich durch den Zutritt von freier Schwefelsäure in Gips umwandelt. In anderen Fällen mag, wie besonders Struve gezeigt hat, die im Innern der Erdrinde vorkommende Berührung mit stark erhitzten vulkanischen Produkten und das Hinzutreten von heißen Wasserdämpfen den Kalkstein zur Abgabe der Kohlensäure zwingen; denn Struve hat darauf aufmerksam gemacht, daß der Kalkstein, welcher bei anfangender Glühhitze seine Kohlensäure noch nicht entlassen würde, sie sogleich mit Leichtigkeit abgibt, sobald heiße Wasserdämpfe hinzutreten. Endlich hat auch derselbe noch die merkwürdige Thatsache entdeckt, daß, wenn man Klingstein, Basalt, Granit und ähnliche Gesteine mit einem verhältnißmäßigen Antheile von kohlensaurem Kalk und Wasser kocht, eine Verbindung des reinen Kalkes mit der Kiesel- und Thonerde entsteht, und die Kohlensäure sich fortwährend entbindet.

Da nun also die bekannte Beschaffenheit unserer Erdrinde sehr viel Gelegenheit zum Eintreten solcher Prozesse darbietet, so können wir in der That wohl eine sehr genügende Rechenschaft von den Ursachen des Entweichens der Kohlensäure, insbesondere in der Nachbarschaft vulkanischer Regungen, geben. Hier aber sind nun nicht nur die übrigen in den Sauerbrunnen mit vorkommenden Säuren, sondern in den vulkanischen Gebirgsarten auch die alkalischen und erdigen Substanzen zugleich mit nachgewiesen, welche, mit diesen Säuren in Verbindung, diesen Mineralwassern ihre eigenthümliche Beschaffenheit geben. — Wir könnten uns also nun zwar eigentlich schon bei der Kenntniß dieser Thatsachen über den Ursprung der Sauerbrunnen für beruhigt erklären, indem wir nothwendig hiebei zu der Vorstellung kommen müssen, daß die fortwährend durch die Klüfte der Erdrinde entweichende Kohlensäure dem in denselben Klüften durchsickernden Wasser begegnet, daß beide sich mit einander verbinden, und indem sie durch die stets nachdrängenden Gas- und Dampfmassen unter Ueberwindung starken Druckes emporgetrieben werden, nun mit Gewalt die auf ihrem Wege befind-

lichen vulkanischen Gebirgsarten auslaugen und, mit deren ausziehbaren Bestandtheilen geschwängert, an die Oberfläche treten.

Diese Vorstellung aber, so wahrscheinlich sie auch schon an sich seyn mag, wird unstreitig eine noch entschieden größere Wahrscheinlichkeit erlangen, wenn es gelingt, auf künstlichem Wege, unter Nachahmung der vorausgesetzten Bedingungen, ein den natürlichen Mineralwassern ganz ähnliches Produkt zu erzeugen. Dieser Versuch aber ist in der That angestellt worden, und wir verdanken es Herrn Struve's angestrengten Bemühungen, daß derselbe so vollkommen, als man nur irgend wünschen konnte, geglückt ist.

Herr Struve beschäftigte sich nämlich bei seinen Untersuchungen über die Entstehung der Mineralwasser, behufs deren künstlicher Nachbildung, zunächst mit einer Analyse der in der Nähe von Bilin, Töplitz, Marienbad, Karlsbad und Eger vorkommenden Basalte, Klingsteine, Porphyre und dergl., und nachdem er in denselben alle die festen Bestandtheile der benachbarten Sauerbrunnen aufgefunden hatte, versuchte er es, einzelne dieser Gesteine gepulvert in einem metallenen Cylinder, welcher mit einer Compressionspumpe in Verbindung stand, unter mehr oder minder starkem Drucke mit Kohlensäure und Wasser in Berührung zu bringen. Nachdem diese Berührung mehr oder minder lange gedauert hatte, ließ er das Wasser ab, und er fand nun, daß dasselbe nach den Umständen alle die Bestandtheile des Biliner, Töplitzer, Marienbader und Eger Wassers in denselben Verhältnissen aufgenommen hatte, in welchen sie in diesen Mineralquellen vorkommen, aber freilich in sehr viel geringerer Menge. Er wiederholte daher diesen Versuch mehrfach mit Abänderungen, und endlich gelang es ihm, einen Apparat zu erfinden, in welchem das Wasser, mit Kohlensäure geschwängert, unter starkem Druck durch eine mehr oder minder hohe Säule von gepulverten Gebirgsarten aufsteigen und oben ausfließen mußte, und dieser Weg führte ihn endlich zu den befriedigendsten Resultaten. Er füllte eine 84 Zoll

hohe senkrechte Metallsäule mit 3 Pfund 14 Unzen Klingstein von einem in der Nähe von Bilin liegenden Berge, und trieb durch dieselbe das mit Kohlensäure durchdrungene Wasser unter einem Drucke von zwei Atmosphären in die Höhe. Es vergingen 12 Stunden, bis endlich das Wasser nun oben austrat; da hatte es aber dann alle Bestandtheile des Biliner Sauerwassers in so vollkommenem Grade und in so genau gleicher Menge aufgenommen, daß eine genaue Analyse desselben und des künstlich erhaltenen Wassers zwischen beiden kaum noch einen Unterschied entdecken konnte. Eben so gelang es ihm auch, durch Behandlung des bei Töplitz anstehenden Porphyrs in diesem Apparate ein Mineralwasser zu erzeugen, welches der Steinbadquelle bei Töplitz vollkommen ähnlich war, und nur gerade halb so viel feste Bestandtheile enthielt. Wir dürfen also durch diese denkwürdigen Versuche die Auflösungstheorie auch bei den Sauerbrunnen zur völligen Evidenz gebracht ansehen.

Allein nicht nur die verschiedenen Gattungen der Familie der Salzquellen und der Sauerbrunnen zeigen Eigenschaften, die ihr Entstehen im Wege der Auflösung außer Zweifel setzten; auch bei den anderen sind wir häufig im Stande, diesen Weg annähernd nachzuweisen. Die Bitterwasser Böhmens, welche wir als eine kleine, eigenthümliche Familie von Mineralwassern kennen gelernt haben, sind ähnlich wie jene bereits von Struve aus der Erdart, in welcher sie entspringen (einem Mergel, der aus zersetztem Basalte, verunreinigt durch Quarzsand und Kalk, entstanden ist), erzeugt worden, und Struve zweifelt nicht, daß auch die Bitterwasser Englands auf ähnliche Weise erzeugt werden mögen.

Die Entstehung vieler Schwefelquellen läßt sich leicht aus Zersetzung der in vielen Gebirgsarten so häufigen Schwefelkiese erklären, besonders von einigen derselben, welche aus kiesreichen Schichten entspringen. Ueberall, wo Flötze von Stein- oder Braunkohle in großer Menge vorkommen, in denen man die fortdauernde Zersetzung der Kiese durch Beobachtung nachweisen kann, sind auch

Schwefelquellen nicht fern, und selbst in dem Umfange großer Torfmoore, in welchen, wie neuere Beobachtungen erwiesen haben, theils Schwefelkiese sich zersetzen und neu erzeugen, theils eine große Menge von Schwefelwasserstoff unmittelbar durch die Fäulniß der Pflanzen entwickelt wird, kommen Schwefelquellen vor, welche sich bei ihren Umgebungen in Ruf gesetzt haben, wie die von Oldesloe, Bramstedt, die von Muskau, von Gleißen in der Neumark.

Schon Hausmann hat versucht, die kalten Schwefelquellen Westphalens von Nenndorf, Eilsen mit den in der Nähe brechenden Kohlenflötzen in Verbindung zu setzen; allein es bedarf dieser Ableitung nicht, denn eine fortgesetzte Beobachtung hat gelehrt, daß alle diese Quellen, deren Zahl in Westphalen sehr groß ist, von Limmer bei Hannover bis Bentheim und an vielen außer dieser Richtung liegenden Orten, oft fern von Kohlenflötzen aus einer und derselben Schicht, einem bituminösen Mergelschiefer der Juragruppe entspringen, dessen Zersetzbarkeit so groß ist, daß häufig erst die Schwefelquellen auf seine muthmaßliche Anwesenheit in der Tiefe aufmerksam machen.

Merkwürdig ist, daß auch in anderen Gegenden, namentlich in Süddeutschland, am ausgezeichnetsten bei Boll im Württembergischen und in England ähnlichen Schichten den Ursprungsort von Schwefelquellen bezeichnen, und wir können daher die Ursachen von dem Entstehen derselben nur in ihnen aufsuchen.

Was die warmen Schwefelquellen betrifft, welche wir schon oben von den kalten getrennt haben, so scheint allerdings die Entstehung derselben von der der letzteren verschieden zu seyn; sie sind nicht an Kohlen und Kiesel gebunden, sondern entspringen, wie die Quellen von Landeck und Warmbrunn, die von Barèges und Bagneres, meist unmittelbar aus dem Urgebirge, oder doch, wie die Quellen von Aachen, wenigstens aus Spalten von Gebirgsarten sehr alter Formation. Es ist daher wahrscheinlich, daß sie ihre Bestandtheile, wo sie ihre Wärme durch Zuleitung von dem vulkanischen Herde erhalten,

und dieß ist in der That um so leichter anzunehmen, da das Schwefelwasserstoffgas zu den häufigsten Aushauchungen noch thätiger Vulkane gehört.

Von den übrigen Arten von Quellen, den Naphtha-, Cement- und inkrustirenden Quellen, welche wir noch zu unterscheiden haben, ist es augenscheinlich leicht, den Ursprung ihrer charakteristischen Bestandtheile aus dem benachbarten Boden nachzuweisen. Erdölquellen entstehen nur an solchen Orten, wo der Boden so mit Erdöl durchdrungen ist, daß eine künstliche Oeffnung in demselben hinreicht, es darin zusammenfließen zu lassen. Cementquellen kommen immer nur am Fuße solcher Berge vor, in deren Innerem fortwährend beträchtliche Quantitäten von Kupfer- und Eisenvitriol durch Zersetzung von Erzen sich bilden. Wer z. B. das Innere des Rammelsberges bei Goslar besucht hat, der würde es auffallend finden müssen, wenn die am Fuße desselben zusammenrinnenden Quellwasser nicht etwas von dem Kupfervitriol aufgelöst mitbringen sollten, der alle Wände der Gruben mit seinen Krystallen bekleidet. — Bei den Inkrustationsquellen sieht man gar das Material, welche sie mitbringen, in den meisten Fällen in mächtigen Felsen vor Augen, die ihren Ursprungsort umgeben, und es hat mithin die Theorie von der Entstehung der Mineralquellen durch Auflösung, sowohl in Bezug auf die Eigenthümlichkeit der Wasser selbst, als in Bezug auf das Vorkommen der in ihnen enthaltenen Stoffe in der Erdrinde, so viel unzweifelhafte Thatsachen für sich, daß wir an ihren unbedingten Vorzügen vor allen anderen theoretischen Versuchen zur Erklärung dieser Phänomene nicht mehr zweifeln dürfen.

Einige Betrachtungen über die Temperatur der Quellen und über die Eigenthümlichkeiten ihres Laufes werden nun die Beleuchtung dieses Gegenstandes vervollständigen.

Die absolute Verschiedenartigkeit der Temperatur, mit welcher die Quellen austreten, geht schon aus den vorhergegangenen Erläuterungen hervor und ist eine seit den ältesten Zeiten gemachte Erfahrung. Wir haben

Quellen kennen gelernt, die fortwährend mit sehr hohen Temperaturgraden austreten, und man kennt solche unter den heißen Quellen von Island, wie die von Oelve, von Reykhole, welche muthmaßlich durch den hohen Druck, den sie bei der Erhitzung erleiden, selbst über den Hitzgrad des siedenden Wassers hinausgehen. Doch wenn wir diese Erscheinung als eine Ausnahme von der Regel betrachtet haben und sie nur bei dem Eintreten von gewissen seltenen Bedingungen vorkommt, so werden wir hier unsere Betrachtung nur auf die Wärmeverhältnisse der gewöhnlichen Quellen beschränken müssen.

Von diesen ist es eine, wenigstens in unseren Klimaten gemachte Wahrnehmung, daß ihre Temperatur sich fast immer von der der Atmosphäre zu unterscheiden pflegt. Wir wissen, daß es im Sommer leicht der Gesundheit nachtheilig ist, frisch geschöpftes Quellwasser zu trinken, weil seine Temperatur im Verhältnisse zu der der umgebenden Atmosphäre ungemein niedrig ist; eben so wissen wir aber auch, daß während des Winters, wenn die Erdoberfläche hart gefroren und mit Eis und Schnee bedeckt ist, die Quellen zu fließen fortfahren, daß die Ursprungsorte derselben nicht zufrieren und Wärme genug besitzen, fortwährend grünende Pflanzen zu unterhalten, welche ihren Lauf oft bis zu einer beträchtlichen Entfernung von dem Ausbruchsorte schmücken, wo sie dann allmählig ihre Wärme an die Luft abgeben und sich nach dem Wechsel der Witterung richten. Die Temperatur unserer gewöhnlichen Quellen ist also im Sommer im Allgemeinen geringer, im Winter größer, als die der Atmosphäre, und es kommt nur darauf an, das Verhältniß dieser Differenzen nach Beobachtungen kennen zu lernen.

Untersuchen wir die Ursachen, von welchen die Temperatur des Wassers abhängt, so finden wir sie zunächst in der Wärme des Bodens, durch welchen sie fließen. Bei langer Berührung mit diesem in den Klüften der Erdrinde werden die Wasser (abgesehen von allen störenden Einmischungen) den Wärmegrad annehmen müssen, welchen er selbst besitzt und, mit ihm begabt, an der

Oberfläche hervortreten. Die Wärme aber, welche dem Erdboden eines jeden Landstriches zukommt, ist zunächst, wie die der Atmosphäre, von den klimatischen Verhältnissen desselben abhängig; denn er wird, wie diese, nach dem jedesmaligen Stande der Sonne erwärmt und im Winter erkältet, und er unterscheidet sich von ihr nur durch die verhältnißmäßig viel geringere Schnelligkeit, mit welcher er diese Eindrücke aufnimmt.

Wenn die Wärme sich fast augenblicklich in allen Theilen der beweglichen Atmosphäre verbreitet, wenn eine Bewegung aus wärmeren Gegenden die Temperatur derselben in wenigen Stunden um viele Grade zu erhöhen, und umgekehrt ein Strom aus kalten Gegenden sie fast plötzlich zu erkälten vermag, so ist es dagegen mit der Einwirkung der erwärmenden und erkältenden Einflüsse auf den Boden ganz anders. Die Wärme, die sich ihm durch die Sonnenstrahlen, durch erwärmte Luft an der Oberfläche mittheilt, kann sich nur durch Fortleitung allmählig in sein Inneres fortpflanzen, und da die wärmeleitende Fähigkeit desselben, wie wir wissen, sehr gering ist, so wird dieß nur sehr langsam geschehen können. So wird denn die Wärme des Sommers nur langsam, und vielleicht erst nachdem derselbe vorüber gegangen ist, in eine verhältnißmäßig geringe Tiefe der Erde hinabreichen. Bevor sie aber den Boden durchdrungen hat, wird schon die Winterkälte eintreten und ihr folgen; diese wird aber wieder von der Wärme des folgenden Frühlings und Sommers ereilt werden, bevor sie tief durchgedrungen ist. Und so wird, wenn sich diese Erscheinung Jahrtausende hindurch fortsetzt, in einer gewissen Tiefe des Bodens die Differenz der Temperaturen, welche seine Oberfläche erhält, sich ausgleichen, d. h. der Boden wird die mittlere Temperatur des Klimas erhalten, unter welchem er liegt, und dieß wird auch die Temperatur der Quellen seyn, welche aus dieser Tiefe hervortreten.

Unabhängig von dem Wechsel der Witterung, ja selbst unabhängig von dem Wechsel der verschiedenen Jahreszeiten, werden die Quellen demnach eine Temperatur

zeigen müssen, welche zwischen der Wärme des Sommers und der Kälte des Winters in der Mitte steht, und es wird nun noch darauf ankommen, durch directe Beobachtung zu erfahren, in wie weit diese merkwürdige Eigenschaft derselben in der Natur wirklich stattfindet.

Untersuchungen dieser Art sind verhältnißmäßig sehr neu, da zur Ermittelung zuverlässiger Resultate natürlich auch vollkommene Instrumente nöthig sind, mit welchen man etwa erst seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts beobachten lernte. Um aber das Mittel zwischen der Winterkälte und der Sommerwärme eines Orts in unseren Klimaten zu finden, muß man wegen der Verschiedenheit derselben in einzelnen Jahren eine langjährige Reihe von Temperatur-Beobachtungen besitzen, welche die Summe der möglichen Verschiedenheiten in dieser Beziehung in sich schließt. Wir finden daher eine solche Arbeit mit Rücksicht auf die Temperatur der Quellen zuerst im Jahre 1775 versucht.

In einem Aufsatze von Röhbuck über die mittlere Temperatur von London, verglichen mit der von Edinburgh, bemerkt der Verfasser, daß er für London aus dreijährigen Beobachtungen 8,98° R., für Edinburgh dagegen 6,97° gefunden habe; es sey aber die Temperatur der Quellen zu London (unabhängig von dem Wechsel der Jahreszeiten) das ganze Jahr hindurch 8,45° R., zu Edinburgh dagegen 6,6°, und eine solche Uebereinstimmung sey für jedes Land zu erwarten.

Diesem Winke folgend, hatte bald darauf Cavendish veranlaßt, daß John Hunter die Temperatur der Quellen auf Jamaika beobachtete, und er wollte gefunden haben, daß dieselbe auch hier bei 21,3° R. Temperatur völlig mit der mittleren Temperatur der Atmosphäre, mit dem Mittel der Wärme aus der heißen und kalten Jahreszeit übereinstimmte.

Es war daher natürlich, Beobachtungen der Quellen-Temperaturen eines Landes als ein Mittel anzusehen, um sich leicht und zuverlässig von der Beschaffenheit seines Klimas zu unterrichten. Denn die Angabe des

mittleren Wärmegrades, den verschiedene Orte der Erdoberfläche erhalten, gibt uns ein sehr erwünschtes Mittel, die verschiedenen Klimate derselben mit einander vergleichen zu können, indem man sie so durch bestimmte Zahlenwerthe ausdrückt, und es war dieß lange der einzige Vergleichungspunkt, welchen man aufsuchte, ehe man nach den Ansichten des Alex. v. Humboldt's und L. v. Buch's darauf geführt wurde, auch die Verhältnisse der Vertheilung der Wärme in verschiedenen Jahreszeiten zu berücksichtigen, welche die Klimate der verschiedenen Länder so auffallend von einander unterscheiden. Man konnte nach dieser ersten Ansicht durch eine einmalige oder doch durch eine nur wenig wiederholte Beobachtung der Temperatur der Quellen das erreichen, was man sonst nur durch eine weitläuftige Berechnung einer an einzelnen Orten nur selten angestellten vieljährigen Beobachtungsreihe zu erhalten im Stande war, und es kam sehr viel darauf an, die Zuverlässigkeit dieses neuen Hülfsmittels zur Bestimmung der klimatischen Verhältnisse der Länder einer genauen Prüfung zu unterwerfen.

Deßhalb wurden von diesen beiden Naturforschern die Quellen-Temperaturen auf ihren zahlreichen Reisen vielfältig beobachtet, und nächst den einzelnen Beobachtungen, welche Andere an ihren Wohnorten anstellten, schloß sich denselben der schwedische Botaniker G. Wahlenberg an, dessen Untersuchungen die Klimatologie von Europa insbesondere so bedeutende Fortschritte verdankt. Während wir durch A. v. Humboldt die Temperatur der Quellen in den Aequatorialgegenden kennen lernten, hatten sie Wahlenberg und L. v. Buch in der Polarzone und in den gemäßigten Klimaten von Europa ausgemittelt, und als Resultat aus diesen und den vereinzelten Bemühungen Anderer dürfen wir gegenwärtig etwa Folgendes betrachten.

Es fand sich in der Temperatur der Quellen einer Gegend im Allgemeinen, besonders bei denen, welche nicht zu nahe unter der Oberfläche entspringen, eine

merkwürdige Uebereinstimmung der Gleichförmigkeit in dem Gange derselben.

Wahlenberg hatte durch mehrjährige Beobachtungen, die jeden Monat wenigstens einmal wiederholt wurden, die Temperaturen der Quellen in der Gegend von Upsala bestimmt, und die größesten Abweichungen vom Mittel hatten das ganze Jahr hindurch bei den zuverlässigeren noch nicht 1° R. (bei dreien nur 0,1° R.) betragen. Er beobachtete später, in den Jahren 1811 und 1812, die Temperatur des Gesundbrunnens bei Berlin, und fand während 5 Monaten nur eine Differenz von 0,25° R. Erman fand eine Quelle bei Potsdam, deren Veränderungen während einer Reihe von 19 monatlichen Beobachtungen nur 0,1° R. betrugen, und da Aehnliches auch an anderen Orten ausgemittelt wurde, so dürfen wir wohl auf die Genauigkeit des Resultats einzelner Beobachtungen an geeigneten Quellen, so wie auf den Werth der daraus abgeleiteten Schlüsse auf die allgemein klimatischen Verhältnisse des Landes, in dem sie vorkommen, ein großes Gewicht legen.

Bei der Vergleichung der Temperatur der Quellen indeß mit der mittleren Temperatur der Atmosphäre desselben Landes zeigte sich eine andere, sehr unerwartete Erscheinung. A. v. Humboldt bemerkte nämlich, daß bei allen den Beobachtungen, welche er in den Gegenden von Caracas, Cumana anstellte, die Temperatur der Quellen stets um einige (bis 3° C.) Grade niedriger ausfiel, als die Mitteltemperatur der Atmosphäre. So fand er die Quelle von Quetepe auf dem Wege nach Cumana zur Halbinsel Araja in 1140 Fuß Höhe über dem Meere = 18° R., während die Mitteltemperatur von Cumana 20,8° beträgt, und die Quelle, vermöge der dort bekannten Gesetze der Wärmeabnahme mit der Höhe, etwa 20° Temperatur hätte haben müssen. Und diese Abweichung erwies sich nicht mehr als zufällig, denn später, im Jahre 1815, fand L. v. Buch dasselbe in einer andern Gegend der heißen Zone auf den kanarischen Inseln. Dort beobachtete er

die mittlere Temperatur der Quellen an dem Rande des Meeres auf Teneriffa, Palma und Lanzerote zu 14,4° R.; allein die mittlere Temperatur der Atmosphäre beträgt daselbst 17,3°, also die Differenz beider 2,9° R. Er hat ferner gezeigt, daß es auf Jamaika und im Innern von Congo, ja selbst noch im südlichen Europa, in Italien, eben so sey.

In den Gegenden der kalten und in den nördlichen Theilen der gemäßigten Zone dagegen fand man allgemein ein umgekehrtes Verhältniß; hier ist die Temperatur der Quellen und mit ihr die des Bodens immer höher, als die der Luft, und je näher den Polen, desto beträchtlicher erscheint dieser Unterschied.

Schon L. v. Buch hatte bemerkt, daß in den Gegenden über den Polarkreis hinaus die mittlere Temperatur der Atmosphäre unter dem Gefrierpunkte liegt, und sollten dieser also die Temperaturen der Quellen entsprechen, so müßten diese das ganze Jahr hindurch gefroren erscheinen, und könnten nicht austreten. Dieß aber ist nicht der Fall; er sah bei Hammerfest unter 73³/₄° nördl. Br. einen Bach, welcher den ganzen Winter hindurch nicht zufriert, aus welchem daher die Bewohner fortdauernd frisches Wasser schöpfen, und selbst auf Mager-Oe, der nördlichsten unter den Inseln Europas, friert es nach seinen Zeugnissen in gut verschlossenen Kellern niemals, ja er zeigt an Beispielen, daß im Winter dort unter der Schneedecke das Gras fortwächst und von den Normännern wie im Sommer benutzt wird.

Wahlenberg fand dieß nach genauen Beobachtungen bestätigt. Von Enontekis in Lappland erhielt er 3- bis 5jährige Beobachtungen der Atmosphären-Temperatur, aus welchen sich die mittlere Temperatur dieses Ortes (in 68¹/₂° Br.) zu — 2,28° R. ergibt, und doch fand sich die Temperatur der Quellen dort zu + 1,36° R., also ein Unterschied von 3,64° R. Er theilt ferner eine große Reihe von Quellen-Temperaturen aus Lappland mit, welche sämmtlich über der Mitteltemperatur der Atmosphäre liegen, und zeigt auf

eine in der That sehr überraschende Weise, wie man sich dieser Beobachtungen bedienen könne, um die Vegetationsgränzen zu bestimmen, und wie also die Temperatur des Bodens mit seiner Vegetationskraft im Einklange stehe.

Doch auch um fast 10° südlicher zeigte sich eine gegen die Atmosphäre höhere Temperatur des Bodens. Zu Upsala unter 59° 51′ nördl. Br. gaben mehrjährige Quellen-Temperatur-Beobachtungen ein Mittel von + 5,2° R., die mittlere Temperatur der Atmosphäre aber beträgt dort nach sehr genauen Bestimmungen + 4,4° R., also eine Differenz von 0,8° R.

Ganz ähnlich fand Erman dasselbe Verhältniß in Berlin unter 52° 31′; denn hier gibt die Beobachtung der mittleren Temperatur der Quellen 8,03° R. für die Wärme des Bodens, die mittlere Wärme der Luft aber beträgt nach Tralles 6,4° R., also eine Differenz von 1,63°, welche für unsere Breite sehr groß ist. Dieser Unterschied scheint sich aber in dem 5° südlicher liegenden Basel unter 47° 33′ nördl. Br. schon so völlig ausgeglichen zu haben, daß daselbst nach den genauen Beobachtungen von Merian höchst wahrscheinlich Boden und Atmosphäre eine gleiche mittlere Temperatur von 7,6° R. besitzen, ein Verhältniß, welches vielleicht unter dem 45sten Grade der Breite völlig genau zusammentreffen möchte.

Es sind mehrfach Versuche gemacht worden, um dieses eigenthümliche Verhältniß in der Temperatur des Bodens zu der der Atmosphäre genügend erklären zu können.

Wahlenberg glaubte die Ursache dieser Erscheinung mit Recht in der Schneedecke suchen zu müssen. Sie bedeckt in Lappland während 7½ Monate des Jahres den Boden, und verhindert das Eindringen der Kälte in denselben; im Sommer dagegen ist der Boden frei und kann daher nicht nur ungehindert erwärmt werden, sondern es dringt auch dann fast allein das Wasser in ihn ein, welches die Quellen speiset, während im Win-

ter nichts eindringt, was die niedrige Temperatur der Luft dem Innern der Erde mittheilen könnte.

Diese Ansicht wird auch noch dadurch bestätigt, daß mit abnehmenden Breiten, wo der Schnee immer kürzere Zeit liegen bleibt, auch in der That dieser Ueberschuß in der Bodenwärme immer geringer wird, und daß er, wie Wahlenberg's Beobachtungen auf den Schweizer Alpen beweisen, auf den mit Schnee und Eis bedeckten Gebirgen in mittleren Breiten sogleich wieder in ähnlichen Verhältnissen wie in Lappland eintritt.

Während dieser Unterschied nämlich, wie wir sahen, am Fuße der Gebirge zu Basel füglich als Null angesehen werden kann, fand Wahlenberg dagegen in 4000 Fuß Höhe (an der Buchengränze) schon 1,9° Ueberschuß der Bodenwärme, und in 6600 Fuß Höhe, auf dem Hospiz des St. Gotthard, schon 3,6° R., also genau so viel als zu Enontekis in Lappland. Eine Erscheinung, welche durch die Uebereinstimmung der Vegetations-Verhältnisse Lapplands mit denen der hohen Alpen nur an Interesse gewinnen kann.

Aehnlich, wie den Ueberschuß der Temperatur des Bodens in der gemäßigten und kalten Zone, hat nun auch kürzlich L. v. Buch das Minus derselben in der heißen Zone zu erklären versucht. Vom südlichen Europa bis zu den Wendekreisen, so berichtet er, gibt es nur eine Regenzeit, höchstens vom November bis zum April; vom Mai an regnet es nicht mehr. Die Sommerwärme kann sich also in diesen Ländern eben so wenig dem Innern der Erde durch das Wasser mittheilen, wie die Winterkälte in kalten Ländern, und nur die niedere Temperatur der Regenzeit wird dem Innern zugeführt. — Deßhalb fällt nach seiner Ansicht also die Temperatur der Quellen in solchen Ländern geringer, als die Mitteltemperatur der Atmosphäre aus, auf deren Erhöhung die Wärme der trocknen Jahreszeit einen so mächtigen Einfluß übt.

Diese Ansicht gewinnt an Wahrscheinlichkeit bei Erwägung der außerordentlichen Langsamkeit, mit welcher

erweislich die Regenwasser auf den kanarischen Inseln ihren Weg bis zu den Ursprungsorten der Quellen zurücklegen. So bricht z. B. eine starke Quelle auf Gran Canaria erst im Mai hervor, fließt den Sommer hindurch, wird schwächer im August, und hört endlich im October zu fließen auf, während der ganzen Regenzeit trocken bleibend. Das Wasser dieser Quelle braucht mithin wenigstens 2 bis 3 Monate Zeit, um seinen Weg durch die Klüfte des Gebirges zu vollenden, und die Wärme, mit welcher es hervortritt, ist daher die mittlere der Monate Februar und März, oder wohl gar noch eine geringere.

Dasselbe erweisen übrigens zum Theil auch die Zeiten, zu welchen die höchsten und niedrigsten Temperaturen der wenig variabeln Quellen in unseren Gegenden erscheinen. Erman fand, daß alle Quellen bei Berlin und Potsdam ihren höchsten Stand im August erreichen, während die ansehnlichste Luftwärme bekanntlich im Juli eintritt; der niedrigste Stand zeigt sich deutlich weniger bestimmt, bei einigen im Januar, bei anderen im März, im April oder im Mai.

In Basel dagegen zeigte sich entscheidend, nach Merian, der niedrigste Stand der Quellen-Temperatur im Februar bis in den März, und der höchste im September. In Upsala dagegen, wo der Winter so viel länger dauert, war der niedrigste Stand erst Anfangs Mai beobachtet worden, der höchste aber fiel mit der Zeit in Basel zusammen, weil die Luft in der Schweiz und in Schweden im Sommer zu derselben Zeit sehr nahe gleiche Temperaturen besitzt.

Uebrigens gibt es außer diesem allgemein gesetzmäßigen Verhältnisse, nach welchem die Temperatur der Quellen in den verschiedenen Theilen der Erdoberfläche geordnet scheint, auch noch begreiflich eine sehr große Zahl von Special- und Localeinflüssen, welche verändernd auf die Wärmeverhältnisse einzelner Quellen oder ganzer Quellenfamilien einwirken. Der Boden, aus welchem sie hervortreten, die Tiefe oder Höhe, aus welcher sie ihre Zuflüsse erhalten, die größere oder ge-

ringere Ausgesetztheit ihres Austrittsortes gegen die Einflüsse der Sonnenstrahlen oder andere von der Weltgegend herrührende Eindrücke, und endlich die chemische Beschaffenheit der Wasser sind eben so viel Potenzen, welche sehr wohl allein dazu beitragen können, die Resultate des allgemeinen Einflusses der Klimate zu verwirren, und eben so viel Probleme für den gewandten Beobachter zu erzeugen, auf welche einzugehen hier nicht der Ort ist. Erman theilt die anomalen Verhältnisse, welche die Quellen betreffen, in erwärmende und erkältende Einflüsse, und es scheint auch in der That, als ob einige derselben einen sehr allgemeinen Charakter besäßen.

Abgesehen von den specielleren Einflüssen constanter Differenzen bei der Temperatur einzelner Quellen, welche er anführt, scheint es der Aufmerksamkeit werth, daß unter sonst gleichen Umständen alle Salzquellen eine höhere Temperatur besitzen, als ihnen den klimatischen Verhältnissen nach zukommt. Alle Quellen dieser Art im preußischen Staate zeigen davon auffallende Beispiele; die zu Halle besitzt 12° R., da ihr doch eigentlich kaum mehr als 8,5° R. zukäme; Dürrenberg gar 14° und Münster am Stein an der Nahe sogar 21°; ähnliche Verhältnisse hat man bei der Saline von Nauheim in Hessen auf eine sehr auffallende Weise beobachtet. Es ist sogar schon der Grundsatz ausgesprochen worden, daß, je höher der Salzgehalt, um so höher auch die Temperatur einer Quelle sey; er ist indeß nicht allgemein gültig, denn Münster am Stein und Nauheim haben die schwächsten Soolquellen.

Leichter schon ist es einzusehen, und gewiß wohl auch von der Temperatur-Erhöhung der Salzquellen verschieden ist der Grund von der fast immer etwas erhöhten Temperatur vieler Sauerbrunnen, auf welche L. v. Buch neuerlich die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Beispiele von auffallend kalten Quellen haben L. v. Buch und Erman ebenfalls angeführt, und Hoffmann hat dergleichen mehrfach in Italien, und besonders im Thale des Teverone bei Subiaco beobachtet,

doch scheinen die Bedingungen des Entstehens derselben weniger allgemeiner Natur zu seyn, sondern mehr localer und beschränkter Beschaffenheit, als die erwärmenden Einflüsse.

Ueberhaupt aber wirken auf die Verwirrung der hier dargestellten gesetzmäßigen Verhältnisse nicht selten störende Umstände; denn die Tiefe der Schicht, in welcher der Erdboden die mittlere Temperatur der Atmosphäre constant annimmt, ist in verschiedenen Gegenden, theils nach dem Charakter des Klimas, theils nach der Beschaffenheit des Bodens, selbst sehr verschieden, und eben so können in Gebirgsgegenden sehr leicht Beispiele von auffallend kalten Quellen vorkommen, wenn dieselben ihre Zuflüsse durch offene Klüfte aus hohen kalten Gegenden hernehmen, oder wenn während ihres Laufes ein Theil ihrer Wärme durch Verdunstung verschluckt wird. Es liegt indeß hier nicht im Zwecke, auf das Detail dieser Umstände näher eingehen zu wollen.

In Beziehung auf die Eigenthümlichkeiten im Laufe der Quellen wollen wir diesen Betrachtungen nur noch wenige Erläuterungen zum Schlusse dieses Abschnittes beifügen. — Es ist bekannt, daß die meisten Quellen das ganze Jahr hindurch Wasser geben, und daß diejenigen unter ihnen, welche aus größeren Tiefen hervortreten, in ihrer Wassermenge eben so wenig wie in ihrer Temperatur eine Schwankung zeigen. Diese, mithin die gewöhnlichste und unstreitig am meisten normale Art von Quellen, können wir nach dem Vorgange Otto's mit der Benennung der gleichförmigen auszeichnen.

Indeß gibt es von dieser Regel mehrfache Ausnahmen. Sehr viele Quellen fließen in verschiedenen Jahrszeiten mit verschiedener Stärke, im Herbst: im Frühjahr, wo in unseren Klimaten größere Regenmengen aus der Atmosphäre niederfallen, oder kurz nachher, schwellen sie an; im Sommer und Winter dagegen, wo die Zuflüsse spärlicher ausfallen, nehmen sie ab, und zwar nach Maßgabe der jedesmal in verschiedenen Jahren eintretenden Stärke dieser Erscheinungen,

und wir nennen deßhalb diese Quellen mit Recht periodische oder abwechselnde.

Eine andere Klasse von Quellen hat die Eigenthümlichkeit, zu gewissen Zeiten des Tages oder des Jahres bisweilen regelmäßig mit dem Fließen aufzuhören, dann aber wiederzukehren und in bestimmten Zeiträumen mit Fließen fortzufahren, dann wieder stille zu stehen, und so fort. Diese werden gewöhnlich intermittirende oder aussetzende Quellen genannt. Sie sind die seltensten von allen, und wir wollen über den Grund dieser merkwürdigen Erscheinungen hier nur noch einige Worte hinzufügen.

Schon den Alten war das Intermittiren mancher Quellen sehr wohl bekannt, und Plinius führt einige derselben in Oberitalien an, welche auch von neueren Naturforschern wieder aufgefunden sind. Die Ortsbeschreibungen der Neueren sind oft mit Beispielen derselben erfüllt, und wenn gleich auch häufig sehr unkritische, durch die Liebe zum Wunderbaren mit abenteuerlichen Zusätzen ausgeschmückte Berichte davon gegeben worden sind, so läßt sich doch im Allgemeinen an der Richtigkeit der einfachen Wahrnehmung nicht wohl zweifeln. Häufig kommt dieselbe in ansehnlichen Gebirgsländern vor, und daher besonders bei uns in den Schweizer Alpen, von wo auch bereits Scheuchzer vor einem Jahrhunderte eine große Zahl von Beispielen bekannt gemacht hat.

Man kennt dort eine große Zahl von Quellen, welche es mit einander gemein haben, den Winter über nicht zu fließen; sie beginnen dagegen im Mai und endigen im August und September, weßhalb sie dort allgemein Maibrunnen und Frühlingsbrunnen genannt werden. Ihr Erscheinen ist leicht damit erklärt, daß sie in dieser Jahrszeit, welche auch zugleich die der Schneeschmelze ist, allein Zuflüsse erhalten, und alle, deren Zuflüsse aus den höheren Gebirgen kommen, müssen daher diesen Charakter tragen, gemäß den Eigenthümlichkeiten des wechselnden Wasserstandes der Gebirgsflüsse, die wir oben schon berührt haben. Indeß

gibt es auch mehrere Quellen hier, deren Intermittenz sich in engere Zeitabschnitte einschließt und von so allgemeinen Verhältnissen unabhängig ist.

So nennt Scheuchzer als besonders merkwürdig den sogenannten Engstli-Brunnen im Hasli-Thale im Kanton Bern. In der Vertiefung eines hohen Alpenthales, am Fuße beträchtlicher Felsen gelegen, fließt er zwar im Allgemeinen auch nur vom Mai bis zum August, aber auch selbst in dieser Zeit fließt er nicht gleichförmig; er hat nämlich die Eigenthümlichkeit, gewöhnlich nur einige Stunden des Abends und Morgens (und zwar gewöhnlich um 8 Uhr und um 4 Uhr Abends) zu fließen, dann aber gleichförmig und mit beträchtlichem Wasserreichthume. Zuweilen fängt er, wie Scheuchzer berichtet, auch des Abends an, und fließt die ganze Nacht hindurch bis zum Morgen fort, oder auch umgekehrt; zuweilen fließt er einige Tage lang ununterbrochen und bleibt dann auch wieder einige Tage aus. Aehnlich noch kennt man einige Brunnen in Graubündten, im Kanton Zürich u. s. w.

Auch im südlichen Frankreich, und zwar ganz besonders in Languedoc, sind sehr ausgezeichnete Quellen dieser Art bekannt, so eine Quelle bei Fonteston oder Fontestorbe in Mirepoix, welche die Eigenheit besitzt, in den drei Sommermonaten abwechselnd 36 Minuten 35 Secunden lang zu fließen, und dann wieder 32½ Minuten lang stille zu stehen. Bei eintretender nasser Witterung dagegen fließt sie fortwährend, und ein zwei- bis dreitägiger Regen soll ihr eine beständige Ergießung von etwa 12 Tagen geben, nach welcher sie dann wieder ihre Intermittenzen beginnt, oft aber intermittirt sie auch in anderen Monaten, z. B. im Winter. Aehnlich kennt man Quellen bei Nismes und bei Colmar in der Provence.

Unter den Quellen in Deutschland hat früher der Belderbrunnen oder sogenannte Bullerborn in Westphalen, zu Altenbeeken bei Paderborn, einen ausgezeichneten Ruf erlangt. Er hatte die Eigenheit, täglich zwei Perioden zu machen, welche man wohl mit Ebbe

und Fluth verglichen hat; wenn er 6 Stunden ausgeblieben war, so kam er gewöhnlich mit einem polternden Geräusch wieder zum Vorschein, und floß 6 Stunden lang so stark, daß er fähig war, drei Mühlen zu treiben. Diese Erscheinung aber hat lange schon, und muthmaßlich seit mehr als 150 Jahren, aufgehört. Die Quelle fließt nun gleichförmig, aber offenbar viel schwächer als zuvor. Dagegen hat Hausmann eine andere intermittirende Quelle bei Eichenberg, eine Stunde von Witzenhausen, beschrieben, welche regelmäßig alle zwei Stunden aussetzt.

Um diese merkwürdige Erscheinung zu erklären, hat man schon früh, und in der That zu sehr vollkommener Befriedigung, seine Zuflucht zu den Erscheinungen des Hebers genommen. Erinnern wir uns zunächst, worin diese bestehen.

Ein Heber ist wesentlich eine gebogene, an beiden Enden offene Röhre von sonst ganz willkürlicher Gestalt. Wird ein Schenkel dieser Röhre in ein Gefäß mit Flüssigkeit gestellt, so steigt diese darin so hoch, als sie in dem Gefäße steht; wird sie (die Flüssigkeit) nun aber durch einen Druck bis zum Scheitelpunkte der Biegung erhoben, so fängt sie an, zu der Oeffnung, welche frei ist, heraus zu fließen, und zwar nach hydrostatischen Gesetzen so lange ununterbrochen, bis entweder das Niveau im Innern auf das Niveau der Mündung des äußeren Schenkels gesunken ist, oder, wenn dieß wegen größerer Länge desselben nicht geschehen kann, so lange, bis der innere Schenkel den Wasserspiegel nicht mehr erreicht.

Wenden wir diese Thatsache auf den Ursprung der Quellen im Innern der Gebirge an, so ist klar, daß hier leicht eine Verbindung von Klüften (Kanälen) und Höhlen vorkommen kann, welche nach den Gesetzen des Hebers wirken muß. Gesetzt, wir hätten eine Höhle A, Fig. 11 (Taf. VI), welche von den Klüften B, C, D u. s. w. aus Zuflüsse erhält und einen heberförmig gebogenen Ausgang E F u. s. w. hat, so ist klar, daß kein Tropfen Wasser aus ihr abfließen kann, bevor

nicht das in ihr angesammelte Wasser bis zum Niveau C F gestiegen ist; dann aber wird es plötzlich und ununterbrochen abfließen, und zwar, wenn die Austrittsöffnung bei G läge, so lange, bis der Wasserspiegel auf das Niveau G A gesunken ist; wäre er dagegen in H, so lange, bis das Wasser zum Niveau von E J gesunken, und mithin, bis die Höhle beinahe ausgeleert worden; dann aber wird nothwendig Stillstand eintreten, und das Wasser nicht früher wieder zu fließen anfangen, bis es das Niveau F C erreicht hat, und es wird mithin eine solche Quelle, welche mit einem ähnlichen zuweilen vorkommenden Höhlenapparat in Verbindung steht, intermittirend werden müssen.

Die Größe der Perioden dieser Intermittenz wird sich nach der mehreren oder minderen Schnelligkeit des Zuflusses zu der Höhle und nach der Größe der Höhle selbst richten, und in verschiedenen Jahreszeiten unregelmäßig verschieden, in kurz nach einander folgenden Perioden aber durchaus gleich ausfallen; wird aber in regnerischen Jahrszeiten der Zufluß so stark, daß die Höhle A fortwährend erfüllt bleibt, so wird auch der Abfluß ununterbrochen seyn, und die Intermittenz wird so lange aufhören; kurz, es werden alle die Eigenheiten, welche wir an intermittirenden Quellen bisher bemerkt haben, genügend durch diese Annahme erklärt werden. Wird aber durch irgend einen Zufall der Heber verstopft oder sonst gestört, so wird natürlich die Intermittenz der Quelle für immer aufhören, und so scheint es unter andern der Fall mit dem oben genannten Bullerborn zu seyn, bei welchem muthmaßlich der Bergbau die Ursache der Zerstörung des Apparates gewesen ist.

Wir wollen hier noch einer ganz eigenen Art von intermittirenden Quellen gedenken, deren Entstehungsapparat von dem beschriebenen wesentlich abweicht. Es sind dieß die intermittirenden heißen Springquellen, welche in mehreren vulkanischen Gegenden der Erde, nirgend aber schöner und zahlreicher vorkommen, als auf Island.

Die beträchtlichsten derselben sind dort der Geiser, und der seit 1784 durch ein Erdbeben neu entstandene Strock, welcher nach Ohlsen's Bestimmung nur 290 Fuß von dem Geiser entfernt liegt. Der Name Geiser kommt von dem isländischen Worte gaisa, wüthen, her.

Beide liegen in einem überall von unzähligen heißen Quellen durchbohrten flachen Thale, dem sogenannten Hoegedal, etwa 3 Meilen nördlich von Skalholt. Ihre Ursprungsorte sind fast kreisrunde Becken von 60 bis 70 Fuß Durchmesser, auf der Spitze kleiner Hügel von etwa 30 Fuß Höhe, ganz aus Kieselabsätzen gebildet, die die Quellen selbst an ihren Mündungen abgesetzt haben. — Diese Becken, von denen wir das des Geisers in Fig. 10 (Taf. VI) abgebildet sehen, haben auf ihrem Boden einen engen Zuführungskanal, durch welchen siedend heißes Wasser allmählig aufsteigt; hat dieß nun das Becken erfüllt, oder auch früher, so erfolgt gewöhnlich ein unterirdisch rollendes Getöse, Kanonenschüssen vergleichbar, oft so stark, daß der Boden mächtig davon erbebt, sich hebt, und gewissermaßen zu bersten droht; gleichzeitig wird das Wasser unruhig, schäumt wild auf, und indem sich eine ungeheure Dampfmasse aus ihm entbindet, wird es mit Heftigkeit aus dem Boden herausgeworfen, Strahlen von 8 bis 10 Fuß Durchmesser werden mit losen Steinen und Dampf vermengt, wie Raketen, unter günstigen Umständen bis zu einer Höhe von 3 bis 400 Fuß (Olafsen und Povelsen schätzen die Höhe einmal auf 60 Faden) emporgeschleudert. Bei jedem Schuß erfolgt ein Ausspritzen, und dieß hält so lange an, bis Alles ausgeleert ist; dann erfolgt wieder eine Zeit lang Ruhe, das Wasser steigt abermals, und das Schauspiel beginnt von Neuem. Die Zeiträume, in welchen diese Ausbrüche erfolgen, haben nach den einstimmigen Aussagen der Augenzeugen eben so wenig etwas Constantes, als die Größe und die Dauer der Ausbrüche selbst. Olafsen und Povelsen sahen im Jahre 1775 in 24 Stunden nur zwei eigentliche Ausbrüche, der letzte aber,

der nach so langer Ruhe erfolgte, hatte eine furchtbare Heftigkeit; die Wassergüsse folgten Schuß auf Schuß, und die Ergießung dauerte 10 Minuten, zwischen jedem Guß aber lag eine Periode der Ruhe von 3 Secunden, und es waren daher in diesem kurzen Zeitraume etwa 200 Güsse erfolgt, deren höchster etwa 360 Fuß stieg (dieß geschah 1750).

Aus einer von Troil entworfenen Uebersicht dagegen, welche T. Bergmann mittheilt, ergibt sich, daß der Geiser damals in Zeit von etwa 24 Stunden 17 Mal ausbrach; einige Ausbrüche indeß trieben das Wasser nur schwach über den Rand des Beckens, andere dagegen spritzen es bis 92 Fuß hoch; dazwischen lagen unzählige Abstufungen, und dabei dauerten 8 Ausbrüche nur wenige Secunden lang, die längsten dagegen etwa 4 Minuten. Als Ohlsen 1805 das Phänomen beobachtete, war es wieder verschieden. Der Geiser warf ziemlich regelmäßig alle 6 Stunden einmal aus, und trieb bei einem Ausbruche seinen Wasserstrahl bis zu 212 Fuß Höhe. Die Dauer dieser Eruption aber betrug 10 bis 12 Minuten, der Strock dagegen hatte seltnere und ganz unregelmäßige Ausbrüche, welche das Wasser bis zu 150 Fuß Höhe trieben; Ohlsen sah hier einmal Wasser und Dampf, ununterbrochen stets aufsprudelnd, 2 Stunden 10 Minuten lang entweichen; wieder anders waren die einzelnen Erscheinungen, als sie früher Mackenzie, später Henderson und Mage und Andere weiter wahrnahmen, und es geht auch schon aus Olaffen's Beschreibung hervor, daß selbst der Ort, an welchen diese Geiserquellen ausbrachen, und wahrscheinlich auch die Zahl der zu gleicher Zeit emporgetriebenen Wasserstrahlen, dem mannigfaltigsten Wechsel unterworfen war.

Um diese Erscheinungen genügend erklären zu können, hat schon Bergmann eine passende Vorstellung gewählt, welche später Mackenzie erweiterte, und neuerlich P. Scrope wieder vollständiger vorgetragen hat. Es ist nämlich klar, daß das Wetter dieser Quellen durch irgend eine elastische Macht herausgetrieben

wird, und diese kann keine andere seyn, als die Kraft der Wasserdämpfe selbst, deren heftiges Entweichen das Ausspritzen des Wassers begleitet. Es muß daher also im Innern der vulkanischen Massen, aus welchen diese Quellen hervorsprudeln, wie so höchst wahrscheinlich, Höhlungen geben, in welchen die angehäuften Dämpfe durch das Wasser gesperrt werden, und sich so lange anhäufen, bis ihre Expansivkraft so groß geworden ist, daß sie das Wasser herauswerfen und sich den Weg bahnen. Es sey C, Fig. 12 eine solche Höhle, die durch vulkanische Wirkung, wie bei allen heißen Quellen, fortwährend von unten erhitzt wird. In sie dringt durch viele kleine Klüfte am Boden heißer Wasserdampf ein, dieser wird zum Theil hier durch Druck und Abkühlung condensirt, und sammelt sich auf dem Boden der Höhle und in dem Ausflußkanal der Quelle A B, der in diese Höhle mündet. Der Druck des Dampfes treibt es darin aufwärts in das Becken an der Mündung A, es fließt über, der Druck wird vermindert, und es verdampft schnell viel Wasser von der Oberfläche D E, dadurch wächst wieder die Expansivkraft in C, aber sehr schnell, und es erfolgen heftige Stöße, welche das Wasser herauswerfen und den Dampf entweichen lassen, dadurch aber erkalten die Wände der Höhle, der neuerlich entwickelte Dampf condensirt sich wieder, Hitze und Druck vermehren sich, und die alten Erscheinungen folgen von Neuem.

Wir wenden uns nun am Schlusse dieses Abschnittes zu den künstlichen Springquellen oder sogenannten artesischen Brunnen und deren Erbohrung. Es kann dieß in einer ganzen Reihe von Gebirgsformationen geschehen, obwohl es in einigen vorzugsweise gelingt. Im Allgemeinen gründen sich die geeigneten Verhältnisse zu Unternehmungen dieser Art auf den Wechsel von Sand- und Kalksteinen mit Thon, wie wir sogleich weiter sehen werden.

Das Erbohren der Quellbrunnen ist keine neue Erfindung; aber mit gutem Grunde wurde ihr seit neuester Zeit in Europa und in nicht wenigen fernen Welt-

gegenden von Jahr zu Jahr mehr Beachtung zugewendet. So ließ der Pascha von Egypten 1831 Schweizer Arbeiter kommen und beschäftigte sie während einiger Jahre mit Bohren artesischer Brunnen auf der Karawanenstraße von Konwh am Nil nach Kosseir am rothen Meere. Man erhielt Wasser für jedes Verhältniß im Ueberfluß.

Zuerst wenden wir uns aber zu der Beschreibung des Bohrapparates und zu der des Verfahrens beim Bohren, indem wir als Beispiel die großartige Unternehmung anführen, welche seit mehreren Jahren im Thale von Ehrenbreitstein am Rheine auf die Erbohrung warmer Quellen im Betriebe ist, indem dies Unternehmen eins der schwierigsten seiner Art ist und mit großer Umsicht ausgeführt wird. Uebrigens benutzt man denselben Bohrer auch beim Bergbau und beim Aufsuchen von Salzquellen, wie wir in späteren Abschnitten dieses Werks sehen werden.

1) Der Bohrschacht. — Da die Tiefe der abzubauenden Schachte bei allen Bohrversuchen durch die Beschaffenheit des Terrains und durch das Niveau des eindringenden Seihewassers (Grundwasser) bestimmt wird, so wurde der Bohrschacht, da es der leicht auszubrechende Fels hier erlaubte, 32 Fuß tief, 4 und 5 Fuß im Lichten weit angelegt und ausgemauert und die Stelle des Bohrstocks geebnet.

2) Der Bohrstock. — Derselbe besteht aus einem 18 Fuß langen, 14 Zoll im Durchmesser starken Eichenstamm, der durchgeschnitten und auf 5¼ Zoll Durchmesser ausgebohrt wurde. An fünf Stellen sind eiserne Ringe umgelegt. Um ihn genau lothrecht stellen zu können, wurden zwei äußere Seiten parallel und gerade abgerichtet. Da von der genauen lothrechten Stellung des Bohrstocks die fernere Richtung des Bohrlochs abhängig ist, so wurde hierauf große Sorgfalt verwandt, die Felsensohle genau geebnet, von 6 zu 6 Fuß nach der Höhe Kreuzrahmen angebracht, zwischen welchen derselbe genau gerichtet und verkeilt werden konnte, auf 1½ Fuß von der Sohle rundum ausgemauert und zwi-

schen den Felsen mit eichenen Keilen befestigt. Der Raum am obern Ende des Bohrstocks wurde, so viel als zur bequemen Manipulation beim Auslöffeln, Herablassen der Bohrspindel ꝛc. nöthig, erweitert und von dort ein Abzugskanal für geförderten Bohrschlamm ꝛc. angelegt.

3) Die Bohrkaue. — Da man voraussichtlich hier auf hartes Gestein zu treffen rechnen mußte, die Arbeit daher leicht eine mehrjährige Dauer haben kann, so wurde ein solides Gebäude, jedoch nur von Balken mit Bretterverkleidung nebst Ziegeldach, errichtet. Seine Dimensionen richteten sich nach den folgenden:

1) Das Bohrrad steht 26 Fuß über der obern Fläche des Bohrstocks.
2) Das Trommelrad steht 32 Fuß vom Bohrstocke entfernt, 8 Fuß über demselben auf der Sohle der Bohrkaue.
3) Da die Mannschaft zum Hube in der Mitte der genannten Bohrkaue Platz finden muß, und
4) die Haspelvorrichtung zum Behuf des Auslöffelns 8 Fuß oberhalb des Bohrstockes auf der entgegengesetzten Seite des Trommelrades angebracht ist, so ergab sich die Länge des Hauptgebäudes auf 43 Fuß.
5) Zum Ausfahren der beim Auslöffeln angewandten Gestänge bedurfte man eines Thurmes von 18 Fuß Höhe über dem Bohrrade.
6) Ein Büreau zur Führung des Tagebuchs und der Uebersichtstabellen der täglichen Arbeiten.
7) Eine Wohnung für den Wächter.
8) Ein Aufbewahrungsort für Instrumente und Utensilien.

4) Detail der innern Einrichtung. 1) Das Bohrrad ruht mit seiner eisernen Achse in eisernen Zapfenlagern auf 2 Fuß von einander entfernt stehenden Pfosten, 26 Fuß über dem Bohrstocke, hat 5 Fuß Durchmesser und 6zöllige vierkantige Felgen. 2) Das Trommelrad steht 32 Fuß vom Bohrstocke ab, 8 Fuß über demselben auf der Sohle der Bohrkaue. Es hat 5 Fuß

Durchmesser, eine eiserne Achse von 3 Zoll Stärke, welche 2 Fuß 8 Zoll über der Sohle der Bohrkaue in eisernen Zapfenlagern ruht. Das darauf aufgerollte, einstweilen 600 Fuß lange Eisenbandseil, welches weiter unten näher beschrieben werden soll, ist, auf einer Stelle aufgerollt, nur 3 Zoll hoch. Zur Bewegung der Trommel dient ein Vorlegetrieb mit zehn Zähnen von 6 Zoll Durchmesser, die, in 120 Zähne des Trommelrades eingreifend, das Auf- und Ablassen der am Eisenbandseil hängenden Bohrspindel bewirken, zu dessen Erleichterung noch der Stellstern an der Kurbel- und Getriebsachse hinzukommt. Ferner befindet sich auf der dem Stellstern entgegengesetzten Seite des Trommelrades eine Bremse, welche mit einem Hemmschuh oben und unten zur Mäßigung der Bewegung dient. Ueber der Trommel ist eine Schwungruthe von 25 Fuß Länge, an ihrem untern Ende so an zwei Punkten befestigt, daß sie mit ihrem federnden obern Ende einen Sattel über dem Eisenbandseil trägt, woran die Ziehstränge hangen, wie gleich angeführt werden soll. Auf jeder Seite der Trommel befindet sich eine 31 Fuß lange Strebe, welche das Trommelradsgestell mit den zwei stehenden Pfosten, worin das Bohrrad liegt, in Verbindung setzt. Um das Gestell des Bohrrads gegen alle Schwankungen zu sichern, sind ebenfalls seit- und rückwärts Streben angebracht.

Der Sattel besteht aus einem 4 Fuß langen, 3 Zoll dicken cylindrischen Stück Holz mit Leder überzogen und unterhalb mit einem Ringe versehen, worin die fünf Knebelseile für die ziehende Mannschaft hängen. Derselbe ruht auf dem Eisenbandseile in der Mitte zwischen Trommel- und Bohrrad, und ist an der federnden Spitze der bei der Beschreibung des Trommelrades erwähnten Schwungruthe befestigt, um so nach dem jedesmaligen Anziehen (Hub) in seine frühere Lage zurückzukehren.

5) Das Eisenbandseil. — Das Eisenbandseil (Fig. 24. Taf. VII.) ist 3 Zoll breit, 1 Linie bis $^{1}/_{10}$ Zoll stark, und ist laut Versuch erst durch 16,050 Pfund Belastung, und zwar an der Zusammensetzung, zerrissen.

Unter den verschiedenen Nachtheilen, welche man dem

Bohren mit hanfenen Seilen beimißt, wollen wir hier zur Würdigung des hier angewandten Eisenbandseils einige hervorheben. Hierunter zählt der Mangel der unmittelbaren Fühlung, indem es unmöglich ist, die Wirkung des Bohrers auf der Sohle des Bohrlochs, oder die Ursachen der sich ergebenden Anstände so am Seile zu entnehmen, wie dieß ein erfahrener Werkführer aus dem Vibriren des Bohrgestänges durchs Gefühl abstrahiren kann. Deßhalb und wegen der Unmöglichkeit, damit einen Druck auszuüben, ist das Seil minder als das Gestänge geeignet, abgebrochene Werkzeuge u. s. w. mittelst der Fanginstrumente aufzusuchen und heraufzuziehen, so wie die Unebenheiten im Bohrloche zu entdecken. Sodann ist die Elasticität des Bohrseils eine namhafte, mit der Tiefe der Bohrung zunehmende Inconvenienz der Seilbohrmethode, indem es nicht zu schwer hält, während der Arbeit immer den gleichen Grad der Spannung und somit eine gleiche Hubhöhe zu erzielen, sondern bei sehr tiefen Bohrungen selbst der Fall eintreten kann, daß man über den Grad der Ausdehnung auf eine bestimmte Länge im Irrthum, entweder fast gar keine Hubhöhe erzielt oder solche zu groß bemißt, und dadurch eine Beschädigung des Bohrinstruments herbeiführt. Auch kann wegen dieser durch den Einfluß der Witterung und die Höhe der Wassersäule im Bohrloche bedingten stets veränderlichen Dehnbarkeit und Elasticität die Tiefe des Bohrloches nie mittelst des Bohrseiles genau gemessen werden.

Die Nachtheile des Gestängbohrens wären nun in der Kürze folgende:

Das Gestänge, besonders bei großen Tiefen, hat den Nachtheil eines sehr bedeutenden Gewichts *), daher nicht nur ein successiv zunehmend complicirtes Bohrgerüst und

---

*) Bei der Bohrung im Schlachthause von Grenelle zu Paris ward bei ungefähr 1200 Fuß Bohrlochtiefe ein Gestänge von 2 Zoll im Quadrat stark bei einer Stangenlänge von 36 Fuß angewendet, wobei das Gesammtgewicht über 17,000 Pfund betrug.

größerer Kraftaufwand nothwendig wird, sondern auch, selbst wenn das beste Eisen angewandt und bei der Handhabung die größte Vorsicht beobachtet wird, bei jedem Falle oder Stoße durch die heftige Erschütterung, die namentlich hier bei dem vorgefundenen äußerst harten Quarzgestein um so bedeutender seyn müßte, es dem Brechen ausgesetzt ist, wodurch die Bohrkosten auf eine nicht zu berechnende Weise gesteigert werden können. — In Neusalzwerk hat man, um den angegebenen Uebelstand zu vermindern (das Bohrloch ist daselbst gegen 1200 Fuß tief), einen Mittelweg eingeschlagen. Das Bohrgestänge besteht aus 30 Fuß langen Stangen und aus zwei Abtheilungen, einem obern leichten Gestänge und einem untern schweren Gestänge. Die oberen leichten Stangen haben nur 1 Zoll im Quadrat und wiegen die 30 Fuß ꝛc. 125 Pfund; die unteren schweren Stangen haben 2 Zoll im Quadrat und wie die 30 Fuß ꝛc. 500 Pfund. Diese beiden Gestänge sind durch ein Wechselstück verbunden, dergestalt, daß das obere leichte Gestänge nur dazu dient, das untere schwere Gestänge zu heben und zu drehen; der im Wechselstück nach der Richtung der Tiefe stattfindende Spielraum verhindert, daß die Erschütterung des niederfallenden schweren Gestänges nicht nachtheilig auf das leichte einwirken kann. Auf diese Art sollen die Vortheile des Gestängbohrers mit dem des Seilbohrers verbunden werden, ohne die beiden eigenthümlichen Nachtheile. — In wiefern sich für das hier angewandte Eisenbandseil in Betreff des Kostenpunktes und der Zeitersparniß entschieden wurde, soll hier weiter entwickelt werden.

Das Einsetzen und Ausziehen des Gestänges bei jedem Wechsel des Bohrinstruments, so wie vor und nach dem Auslöffeln führt wegen der Auseinanderschraubung mit zunehmender Tiefe einen immer größern Zeitverlust herbei. Das einzige Beispiel, daß das Auslöffeln im Schlachthause von Grenelle bei einer Bohrlochstiefe von ungefähr 1200 Fuß jedesmal 8 bis 9 Stunden dauerte, mag hier als Beweis dienen. Dieser Zeitverlust, so wie die große Inconvenienz des kaum immer zu vermeidenden

Gestängebrechens sind zu bedeutende Uebelstände, als daß man nicht eifrigst auf deren gänzliche Hebung bedacht seyn sollte, und es wurde von neueren Bohrkünstlern deßhalb nach dem Beispiel der Chinesen dem Bohrgestänge das Seil substituirt, welches vermöge seines geringen Gewichts eine einfachere Bohrmaschine und weniger Arbeiter als das Gestänge erheischt, nicht so leicht einer plötzlichen Beschädigung und keinem Krummwerden unterliegt, und ein weit schnelleres Einführen und Ausziehen der Bohrinstrumente gestattet, mithin auch im Ganzen, abgesehen von seiner wohlfeilern Beschaffung, weniger Auslagen bei der Arbeit verursacht.

Dieser Ansicht folgend, erklärte sich auch die Direktion der Ehrenbreitsteiner Bohrversuche für das Seilbohren; der Techniker, dem man die Ausführung gänzlich überlassen, bestimmte sich statt der verschiedenen Arten von Seilen (Draht, Hanf oder Aloeseil) für das Eisenbandseil. Dasselbe hat nun folgende Vorzüge:

1) Es dreht sich nicht so nachtheilig als ein Hanfseil, wodurch viel Kraft und Hub verloren geht.
2) Es verursacht nicht, wie das gedachte Hanfseil, ein nachtheiliges und unbestimmtes Herumsetzen des Bohrers. Um jedoch die nöthige Herumsetzung des Bohrers hervorzubringen, ist am untern Ende des Eisenbandseiles ein etwa 7 Fuß langes gedrehtes Hanfseil angebracht.
3) Das Eisenbandseil kann gegen Rost durch Fett gesichert werden und verschleißt viel weniger als ein Hanfseil, das überdieß, namentlich da hier das Bohrloch stets mit Grund- und Tagewasser angefüllt ist, bald dem Verfaulen ausgesetzt wäre.
4) Der laufende Fuß Eisenbandseil wiegt etwa 1 Pfd. und kann ungefähr 3½ bis 4 Silbergroschen kosten. Dagegen wiegt der laufende Fuß eines dasselbe Gewicht tragenden 1½ bis 1¾ Zoll starken Hanfseiles eben so viel, der laufende Fuß oder das Pfund kostet aber 7½ Silbergroschen, fast das Doppelte, und hat eine weit geringere Dauer.

5) Es erfordert das Eisenbandseil gar keine Umstände in Betreff der elastischen Spannung, welche dem Hanfseil vor dem Anfang der Bohrarbeiten immer wieder gegeben werden muß, wodurch endlich bei mehrern hundert Fuß Länge das Hanfseil beinahe ganz unbrauchbar wird und bis dahin fortwährend immer mehr vergebliche Kraft (durch die Elasticität) verzehrt.

6) Die sehr geringe Elasticität des Eisenbandseils gestattet auch, daß man unmittelbar auf dasselbe den Maßstab stempeln kann, wodurch ebenfalls zeitersparende Vortheile für Arbeit und Beobachtung gegeben sind.

6) Die Bohrspindel nebst Wirbel und Drehseil und Befestigung desselben an das Eisenbandseil. — Bei der ältern Bohrmethode suchte man mittelst des Gestänges den Bohrer in der lothrechten Richtung zu erhalten; beim Seilbohren aber würde der an dem Seile aufgehängte Bohrer, weil er namentlich an seinem obern Ende in dem Bohrloche hin und her schlottern kann, und überdieß nur kurz ist, durch nichts verhindert werden, von der lothrechten abzuweichen, wenn ein in dem Bohrloche vorkommendes härteres Steinstück oder dergleichen ihm eine Seitenrichtung gibt. Er darf daher nicht unmittelbar an das Seil befestigt, sondern er muß durch irgend eine Vorrichtung mit ihm verbunden werden, welche ihn zwingt, sich immer lothrecht auf- und ab zu bewegen.

Diese Vorrichtung, die Bohrspindel, wegen der Leitung des Bohrers auch Leitstange genannt, hat überdieß noch den Zweck, das Gewicht des Bohrers zu vermehren, da er für sich allein nicht Schwere genug besitzen würde.

Diese Spindel (Fig. 28.) ist ein Cylinder, 17 Fuß lang, 3 Zoll stark, wiegt 6 Centner, von Schmiedeeisen rund abgedreht; an zwei Stellen ist sie an jeder mit vier Leitleisten und zwei cylindrischen Fangkapseln versehen, deren Durchmesser $4^3/_4$ Zoll (die Bohrlochsweite ist 5 Zoll) betragen. Die Kapseln dienen dazu, um

beim jedesmaligen Aufziehen des Bohrers die allenfalls losgebröckelten Steine aufzunehmen, welche ohne dieselben leicht die Bohrspindel oder den Bohrer selbst festklemmen könnten.

Im untern Theile der Spindel befindet sich eine 4 Zoll tiefe, in 18 Drehungen eingeschnittene Mutter, worin die Bohrer mit Unterlegscheiben eingeschraubt werden. Die Unterlegscheiben dienen dazu, wenn sie beständig passend gewählt und in den kleinen Zwischenraum am Schluß der Mutter gegen die Bohrschraube angesteckt werden, daß diese desto fester angeschraubt werden kann, und besonders noch dazu, daß die Schraubengewinde den Bohrstoß nicht allein bekommen und nicht so leicht verderben. Es ist von besonderer Wichtigkeit, um nicht allein die normale Weite und lothrechte Richtung des Bohrloches beizubehalten, sondern auch Klemmungen zu vermeiden, daß die Asche des eingeschraubten Bohrers mit der der Bohrspindel in eine Linie falle, wovon man sich vorher durch genaue Untersuchung mittelst Anlegung eines Richtscheits und Bohren überzeugen muß.

Am obern Theile der Spindel befindet sich ein 7 Zoll hoher, 2¼ Zoll starker, abgedrehter und sauber abgeschliffener Cylinderhals (Fig. 23.), über dem ein 4 Zoll hoher stärkerer Knopf (Fig. 22.) befindlich ist. Unter diesem Knopfe greift der aus zwei Theilen bestehende und auf jeder Seite mit zwei Schrauben zusammengehaltene Spindelwirbel um den Cylinderhals; an dem erstern ist der Bügel, um welchen das Drehseil geschlungen, so daß also der Spindelwirbel sich auf- und niederbewegen kann und durch den über ihm befindlichen stärkeren Knopf die Spindel hält.

Das Drehseil ist 9 Fuß lang und theilt der Spindel beim jedesmaligen Hub eine kleine Drehung mit, die ungefähr $^1/_{24}$ des Kreises beträgt. Das obere Ende des Drehseils ist in einer 8 Zoll langen, 3 Zoll breiten Bandzange (Fig. 25.) mit 18 Schrauben in der Art eingeklemmt, daß die Seilspitze über der Zange einen um

1 Zoll stärkeren Knopf bildet, um nicht durchschlüpfen zu können.

Die Zange selbst ist mit eben solchen Schrauben an das Eisenbandseil befestigt, welches, wie oben schon beschrieben, über das Bohrrad nach dem Trommelrade geht.

Beschreibung der Bohrer. — Die Bohrer sollen dadurch, daß man sie abwechselnd hebt und mit einer gewissen Kraft wieder fallen läßt, das Gestein angreifen und so die Vertiefung des Bohrlochs bewirken; sie müssen ferner das zerbohrte Gestein zum Theil in grobe und feinere Körner zertheilen, zum Theil durch Zusatz von Wasser in eine breiartige Masse verwandeln. Die gröberen Theile werden sogleich in den am Bohrer angeschraubten vier Sandeimerchen aufgefangen und nach jeder gewissen Bohrtiefe mit dem Bohrer zugleich herausgefördert, wodurch eines Theils der Vortheil, daß die gröberen Theile nicht unnöthig zerkleint werden müssen, erreicht wird; andern Theils auch dieselben der Bewegung des Bohrers im Bohrloche weniger hinderlich fallen. Die einfachste Form der Bohrer ist die des Steinmeißels, und ist dieselbe auch hier bei dem gleich zu beschreibenden, am meisten angewendeten *S*-Bohrer beibehalten worden. Durch die verschiedenartigen Gattungen des Gesteins und die verschiedenen, durch die Bohrer zu erreichenden Zwecke, werden jedoch auch verschiedene Arten der Bohrer bedingt, welche hier näher beschrieben werden sollen:

1) Der *S*-Bohrer. — Dieser Bohrer, Fig. 15, besteht aus einem 2 Zoll im Durchmesser starken Bohrstiel, welcher in eine breite Platte ausläuft, deren gut verstählte, noch ½ Zoll starke Schärfe die Form eines *S* innerhalb der Bohrlochsweite (5 Zoll) hat. Beide Enden dieses *S* sind um einen halben Zoll höher als seine Mitte gestellt. Um dieses *S* ist die Fangbüchse angebracht, ein Cylinder von starkem Eisenblech von 4 Zoll Höhe, welcher die beiden unteren Fangeimer (Sandeimer, Fangkapseln) zur Aufnahme der nachfallenden oder vom Bohrer in die Höhe gepreßten Steine be-

stimmt, in sich schließt. Ueber dieser Fangbüchse in einer die der vorigen kreuzenden Richtung ist das obere Fangeimerpaar an den Bohrstiel angeschraubt. Die vier Sandeimer enthalten etwa 20 bis 30 Cubikzoll Raum, um zugleich mit dem Bohrer die von einem Zoll Bohrtiefe gelieferten 20 Cubikzoll (da die Kreisfläche des 5 Zoll weiten Bohrlochs nahe 20 Quadratzoll enthält) Steinmasse in zerkleintem sandigem Zustande oder als Schlamm ausfördern zu können. Da die Kanten der Bohrer sich je nach der Härte des Gesteins bald mehr, bald weniger abschleifen, so muß man, damit die Bohrarbeit immer im Gange gehalten werden kann, mehrere Bohrer vorräthig haben, wie z. B. hier stets drei, später noch mehrere abwechselnd gebraucht wurden.

Am obern Ende des Bohrers befindet sich ein ringförmiger vorstehender Absatz von 3½ Zoll Durchmesser, 1¾ Zoll hoch, um den Bohrer nöthigenfalls mit den Fangwerkzeugen greifen zu können, wenn derselbe durch Abbrechen oder Losschrauben der in der Mutter der Bohrspindel sitzenden Schraube im Bohrloch zurückbleiben sollte. Ueber diesem Ringe befindet sich die 4¼ Zoll lange, 2 Zoll Durchmesser habende Schraube, welche in die bei Beschreibung der Bohrspindel erwähnte Mutter paßt. Die ganze Länge des Bohrers ohne Schraube beträgt 1 Fuß 5 Zoll, sein Gewicht 35 Pfund.

2) Der Ringbohrer. — Um die vom S-Bohrer hinterlassenen ungleichen Stellen, etwa an den Wänden des Bohrlochs vorstehende Spitzen ꝛc., welche der freien Bewegung des Bohrers und insbesondere der Drehung desselben hinderlich seyn würden, wegzuschaffen, bedient man sich des Ringbohrers (sogenannte Büchse), Fig. 16, und büchst (hobelt) damit das Bohrloch nach. Er besteht aus einem hohlen, 4¾ Zoll hohen Cylinder von gutem, ½ Zoll starkem Schmiedeeisen, nach unten zum Hobeln der Wände auswärts geschweift und angeschärft, so daß er oben 4¼, unten 5 Zoll Durchmesser hat. Dieser Cylinder ist mit vier starken Bügeln an den Bohrstiel befestigt. Zu jedem Ringbohrer sind drei solcher Cylinder vorräthig, welche vermittelst vier Schrau-

ben an die vier Bügel angeschraubt werden können, um, wenn ein Bohrer sich abgeschliffen hat, sogleich einen neuen Cylinder einsetzen zu können, damit die normale Bohrlochsweite stets genau erhalten werde. Die Länge des ganzen Bohrers ohne Schraube beträgt 1 Fuß 2 Zoll. Sein Gewicht ist 35 Pfund.

Durch das Ausschweifen des untern Cylinderrandes kann der Bohrer sich nicht klemmen und ist dabei auch nicht leicht zerbrechlich. Zur Befestigung an die Bohrspindel hat derselbe eine ganz gleiche Schraube und Ring, wie der *S*-Bohrer.

3) Der Kreuzbohrer. — Derselbe ist eigentlich ein Kreuzmeißelbohrer, Fig. 17, und bildet im Grundriß ein Kreuz, dessen vier Zwischenräume ausgekehlt sind, damit der Bohrbrei durch diese Zwischenräume in die Höhe steigen kann und der Bohrer stets das feste Gestein auf der Sohle des Bohrlochs angreift. Die Schärfen bilden Kreissegmente von einem halben Zoll Höhe und sind mit dem besten Gußstahl gehärtet.

Dieser Bohrer ist mit Erfolg auf sehr hartem Gestein, oder zum Zermalmen von im Bohrloch zurückgebliebenen Eisenstücken rc., welche nicht mit den Fangwerkzeugen oder dem Auslöffeln herausgeschafft werden konnten, angewandt worden. Sein Durchmesser beträgt 5 Zoll, das Gewicht 33 Pfund, die ganze Länge ohne Schraube 1 Fuß 2 Zoll (Schraube ganz wie beim *S*-Bohrer.).

4) Der Thonbohrer. — Dieser Bohrer (Löffelbohrer), Fig. 18, sollte zum Durchbohren weicher und zäher Gebirge, Letten- oder Thonschichten rc. gebraucht werden, welche aber bis jetzt nur in sehr geringer Mächtigkeit vorgekommen sind. Er besteht aus einem hohlen, 3¼ Zoll hohen, 3¾ weiten Cylinder von ¼ Zoll starkem Schmiedeeisen. Dieser steht durch 22 Zoll hohe, 1 à 1½ Zoll starke Bügel mit dem Bohrstiel in Verbindung. Am Bohrstiel ist eine ganz gleiche Schraube wie bei den Bohrern zum Anschrauben in die Spindel. Beim Bohren bleibt der Thon zwischen den beiden hohen Bügeln kleben und wird in dieser Weise auf ungefähr 2 Fuß Höhe jedes Mal herausgefördert.

Instrumente zum Auslöffeln. — Zum Behuf des Auslöffelns (Ausfördern der im Bohrloche befindlichen zerkleinten Masse) sind hier zweierlei Arten von Instrumenten im Gebrauch.

1) Der Löffel (Fig. 19) ist ein 4 Fuß langer, 4 Zoll weiter Cylinder von starkem Eisenblech. In seinem gußeisernen Boden befindet sich ein $1^3/_4$ Zoll weiter, 4 Zoll tiefer Trichter, welcher durch ein mit Blei beschwertes Ventil geschlossen wird. Er hat oben einen Bügel, welcher mit seinen zwei Armen innerhalb angenietet ist, um den Löffel vermittelst desselben an das Haspelseil zu befestigen.

Dieser Löffel wird nun durch ein Seil, welches über eine besondere, über dem Bohrloch angebrachte Rolle läuft, vermittelst eines Haspels auf die Sohle des Bohrlochs herabgelassen; indem man am Seile anfaßt und denselben auf- und niederstößt, wird das Eintreten des Schlamms durch das Ventil in den hohlen Cylinder bewerkstelligt, worauf der Löffel aufgezogen und ausgeleert und dieß Verfahren so lange fortgesetzt wird, bis er nichts mehr bringt. Dieser von der Bohrvorrichtung ganz getrennte Haspel, woran der leichte Schlammlöffel hinabgelassen und aufgezogen wird, gewährt doppelten Zeitgewinn, nicht allein, daß diese Operation schneller ausgeführt wird, als mit der Trommel geschehen könnte, sondern auch, daß die schwere Bohrspindel nicht abgehängt zu werden braucht.

2) Der Fangeimer ist ein Cylinder, $3^1/_2$ Zoll hoch, von starkem Eisenblech, von $4^1/_2$ Zoll Durchmesser. Der Boden ist siebartig durchlöchert und schneckenförmig gewunden mit einer durch eine Fallklappe verschlossenen Oeffnung. Durch zwei Bügel ist er mit einer Stange des gewöhnlichen Gestänges in Verbindung gesetzt. Mit diesem Gestänge, $^1/_2$ Zoll im Quadrat stark, welches von 20 zu 20 Fuß mit durch Schrauben befestigten Schlußkapseln versehen ist, wird der Fangeimer ins Bohrloch hinabgelassen, und vermittelst Drehung zur Rechten die auf der Sohle liegenden größeren Steine, abgebrochenen Eisenstücke rc., in die Oeffnung am Boden des Eimers

geschoben und so herausgefördert. Zum schnellern und bequemern Aus- und Einlassen dieses Gestänges dient der bei Beschreibung der Bohrkaue erwähnte 18 Fuß über dem Bohrrade hohe Thurm.

Eine neuere, in Frankreich angewandte Methode des Auslöffelns soll noch versucht werden. Es wird nämlich die untere Oeffnung eines solchen, sich nach oben erweiternden Löffels mit einer Hohlkugel verschlossen, deren specifisches Gewicht durch mehr oder mindere Füllung mit Sand oder Schroot dem doppelten specifischen Gewichte des auszuhebenden Bohrbreies gleich gemacht wird. Senkt man diesen Löffel auf die Sohle des Bohrlochs hinab und bewegt ihn hier einige Mal auf und nieder, so bringt der beim Senken des Löffels durch den Stoß von unten in die Oeffnung getriebene Bohrbrei eine Hebung der vor dieser Oeffnung liegenden Halbkugel hervor, gewinnt dadurch den nöthigen Raum, um in der sich erweiternden Mündung aufwärts zu steigen und so den Cylinder nach und nach bis oben zu füllen, weil der einmal eingedrungene Brei durch die bei jedem Hube vermöge ihres Gewichts wieder vor die Oeffuung fallende Kugel am Herausfließen gehindert wird.

Das Verfahren beim Bohren. — Beim Bohren muß bekanntlich das Bohrloch stets mit Wasser angefeuchtet werden, eines Theils, damit die Bohrer nicht zu heiß werden, da sie sonst an ihrer Härte verlieren und sich bald abnutzen würden; andern Theils, um das Bohren dadurch zu erleichtern, indem die Zerkleinerung der durch den Bohrer losgerissenen Stücke befördert wird, und dann auch die Bohrspäne, durch Hinzutreten von Wasser in einen flüssigen Brei verwandelt, viel leichter als im trockenen Zustande herauszufördern sind; da nun in den ersten Arbeitstagen kein Seihewasser vorhanden war, so mußte so lange Wasser zugegossen werden, bis sich dasselbe von selbst einstellte.

1) Das Bohren geschieht hauptsächlich mit dem *S*-Bohrer. Es wurden hier fünf Mann dazu gebraucht, von denen zwei immer abwechselnd als Führer und Beobachter dienen. Nachdem der *S*-Bohrer vermittelst eines

eigens dazu verfertigten Schraubenschlüssels in die Mutter der Bohrspindel eingeschraubt ist (derselbe bildet eine Gabel, welche zwischen der Fangbüchse und dem obern Sandeimerpaar greift), geht die Mannschaft bis auf den Führer an das Trommelrad, wo der Beobachter die Bremse ergreift, während dem die übrigen drei Mann an den Kurbeln behutsam die Bohrspindel bis auf die Sohle des Bohrlochs herunterlassen, wo alsdann durch den Beobachter der Bolzen an dem Sternrade und somit die Trommel festgestellt wird. Besondere Aufmerksamkeit muß auf das gehörige Freihängen des Eisenbandseils verwandt werden, welches durch zeitiges Nachrücken am Sterne von einem Arme desselben zum nächstfolgenden gegen den Stützbolzen geschehen muß. Der Wirbel kann sich sonst auf der Bohrspindel nicht senken, also auch nicht drehen und der Bohrer sich nicht herumsetzen. Auch wird ohne dieses Freihängen das Eisenbandseil zu sehr gespannt und könnte durch die Fallkraft der schweren Bohrspindel zerrissen werden.

Hierauf ziehen die fünf Arbeiter an den Knebelseilen in regelmäßigen Bohrstößen (Huben) an, ziehen dadurch das an dem Hebelsarme des Bohrrades wirkende Eisenbandseil auf ungefähr 3 Fuß nieder, und heben so die Spindel mit dem Bohrer mit jedem Hube um ungefähr 9 Zoll, worauf dieselbe wieder niederfällt. (Das Gewicht der Spindel sammt Bohrer beträgt, wie oben angegeben, etwa 700 Pfund.) Die Bohrarbeit geschieht in kurz abgesetzten Touren, jede Tour mit 16 Huben und einer kurzen Ruhe, während welcher die Bohrlochtiefe am Maßstab abgelesen wird; dabei muß jedoch durch schnelles Ziehen an den Knebelseilen das Eisenbandseil gespannt oder gestreckt werden, jedoch ohne Hebung der Bohrspindel. Ist die zum Aufwinden des Bohrers erforderliche Bohrtiefe (etwa 2 Zoll für jede Abtheilung von Touren) von dem Beobachter bemerkt und ausgerufen, so geht der Führer mit den drei Hülfsarbeitern an die Trommel und windet die Bohrspindel heraus. Der Führer beobachtet bei seiner Arbeit, mit seinem Gesichte nach dem Bohrloche gerichtet und an

der Sternseite der Trommel stehend, die gehörige Höhe, bis wohin die Bohrspindel herausgehoben werden darf, welche sich durch das Zufallen der durch die Bohrspindel selbst gehobenen beiden Fallthüren über dem Bohrloch bemerklich macht, und steckt alsdann mit dem Bolzen den Stern gehörig fest.

Unterdessen ist der Beobachter unten an die Mündung des Bohrlochs gegangen, ergreift die Bohrspindel und stellt sie vermittelst eines an der Seite angebrachten Schließbandes in Ruhe. Der Führer mit einem Hülfsarbeiter begibt sich jetzt an den Haspel, während die beiden anderen Hülfsarbeiter sich zum Beobachter hinab ans Bohrloch verfügen, und nun beginnt:

2) das Auslöffeln oder Ausräumen des Bohrlochs. Ein Hülfsarbeiter ergreift den Löffel, der an dem vom Haspel über die schon erwähnte Rolle gehenden Seile hängt, führt ihn über das Bohrloch und ruft dem am Haspel stehenden Führer zu, denselben hinabzulassen. Hierauf wird das Seil angefaßt und fünf bis sechs Mal auf- und nieder gestoßen, und sodann der gefüllte Löffel nach einer kurzen Pause zum Setzen des Schlamms heraufgehaspelt und ausgeleert. Zu gleicher Zeit leert der Beobachter die am Bohrer befindlichen vier Sandeimer. Alle Fuß, oder wenn das Beginnen eines von dem vorigen verschiedenen Gesteins sich bemerklich gemacht, wird eine kleine Quantität des Inhalts dieser Sandeimer nebst Bemerkung der entsprechenden Fußzahl in besondern Fächern aufbewahrt, um daraus die Art des Gesteins bestimmen zu können. Bevor die Bohrspindel wieder ins Bohrloch gesenkt wird, muß der Beobachter mit der Hand unter der Schärfe des Bohrers herumfühlen und den Bohrer an allen Theilen gehörig untersuchen, namentlich sich davon überzeugen, ob die Schraube des Bohrstiels noch gehörig fest in der Bohrspindel sitzt. Auch die zwei Fangbüchsen an der Bohrspindel sind immer zu besehen und etwa hineingefallene Steinchen heraus zu nehmen. Ferner muß vor jedem Einsenken der Bohrspindel nicht allein ihr Wirbel, das hanfene Drehseil, die Bandzange daran, sondern auch das Eisen-

bandseil selbst, und namentlich die Zusammensetzungen desselben, nachgesehen werden, um jeder etwaigen Beschädigung sofort abzuhelfen. Vor dem Wiederniederlassen der Bohrspindel wird das Seil des Haspelgestells mit dem Löffel zur Seite befestigt, der Führer und die Hülfsarbeiter verfügen sich wieder an die Trommel, ersterer an die Bremse, und der Beobachter leitet die in sanfter Bewegung niedergehende Spindel senkrecht über's Bohrloch u. s. w.

3) Das Hobeln (Nachbüchsen) des Bohrlochs mit dem Ringbohrer (Büchse) auf das normale Maß vor Einsenken eines neuen Bohrers.

Hat sich bei der im Vorhergehenden angeführten Untersuchung des *S*-Bohrers ergeben, daß derselbe entweder zu stumpf oder um 1/8 Zoll im Durchmesser kleiner geworden, so muß ein neuer, gehörig scharfer und das normale Maß (5 Zoll) habender Bohrer angeschraubt werden. Bevor jedoch dieser in das jetzt noch zu enge Bohrloch hinabgelassen wird, worin er sich demnach klemmen müßte, wird mit dem Ringbohrer mit leichten, kurzen Stößen vorsichtig nachgebohrt (gehobelt), und so die Wände des Bohrlochs geglättet und die gehörige Weite wieder hergestellt. Außerdem wird regelmäßig, wenn auch die *S*-Bohrer durch weniger hartes Gestein nicht abgeschliffen worden seyn sollten, etwa bei jeden 5 Fuß Bohrtiefe nachgehobelt. Die Schneide des Ringes darf höchstens bis zu 1/8 Zoll im Durchmesser abgenutzt werden, wo dann ein neuer Cylinder abgeschraubt wird.

4) Das Auskehren des Bohrlochs mit einem Kratzbesen und dem Fangeimer. Nach dem Aushobeln mit dem Ringbohrer ist das Bohrloch auszukehren. Zu diesem Behufe wird der Fangeimer am Gestänge befestigt und über demselben an der Gabel und an der nächsten Gestängekapsel einige kleine Besen von passender Länge quer angebunden. Mit diesen Kratzbesen wird der Eimer, auf- und abfahrend und zugleich drehend, im Bohrloche hinabgelassen. Die Kratzbesen kehren die losen Steinchen aus den Schichtungsfugen, welche von dem unterhangenden Eimer aufgefangen und so herausgebracht

werden. Ist man mit dem Fangeimer unten angelangt, so dreht man denselben mit dem Gestänge rechts herum, alsdann schiebt sich die mit dem Ringbohrer von den Wänden abgebohrte, unten im Bohrloche liegende Masse durch die Eimerklappe in den Eimer hinein. Diese Operation wird so oft wiederholt, bis das Bohrloch vollständig rein ist, worauf dann mit vollkommener Sicherheit gegen Nachfall fortgefahren werden kann.

5) Sollten jedoch ungeachtet aller der im Vorhergehenden aufgeführten Vorsichtsmaßregeln durch Nachfall von Steinen rc. Einklemmungen erfolgen, so ist dabei Vorsicht und vor Allem Geduld anzuwenden, aber keineswegs Gewalt zu gebrauchen. Durch schwaches Anziehen an den Knebelseilen (die Arbeiter haben sich hier bald eine richtige Beurtheilung des Widerstandes durch das Gefühl angeeignet) durch Schütteln am Bohrseile, durch versuchtes Drehen nach rechts und links ist es bis jetzt in den meisten Fällen gelungen, diese Klemmungen zu beseitigen; wenn Klemmungen durch nachgefallene Steine verursacht wurden, wurde ihnen durch Auf- und Niederlassen der Spindel abgeholfen, und so der Stein in die Fangbüchsen gebracht. Nur in einigen Fällen mußte die ganze Kraft der Trommel und des Haspels zur Beseitigung des durch Klemmungen erzeugten Widerstandes angewandt werden.

Die Fanginstrumente. Dieselben dienen dazu, um abgebrochene oder verloren gegangene Stücke der Bohrgeräthe, oder durch Unvorsichtigkeit der Arbeiter hineingefallene Theile wieder herauszuholen. Zu diesem Zwecke wurden verschiedene Arten von Instrumenten in Anwendung gebracht:

1) der Fangeimer;
2) die Fangklaue;
3) das Fangmaul;
4) der Fanghaken.

1) Des Fangeimers (Fig. 20) ist schon oben beim Auslöffeln des Bohrloches gedacht, um auf der Sohle des Bohrlochs liegende größere Steine, abgebrochene Eisenstücke, verloren gegangene Schrauben, Blechkapsel-

stücke rc. zu fassen und herauszufördern, und ist derselbe hierzu mit Erfolg zu verschiedenen Malen angewendet worden, namentlich, um vom S-Bohrer abgebrochene Stahlstücke und abgestoßene Stücke der Fangkapseln aufzufangen, wie aus dem geführten Tagebuche erhellt.

2) Die Fangklaue (Teufelsklaue), Fig. 27, wird angewandt, wenn durch Versehen der Arbeiter oder sonstigen Zufall ein größerer Gegenstand in das Bohrloch gefallen ist, welchen man durch den Fangeimer nicht herausbringen kann. Am Ende einer Stange des gewöhnlichen Gestänges sind zwei, etwas gekrümmte, übers Kreuz stehende Klauen angebracht, die eine mit drei, die andere mit vier in einander passenden Krallen. Ihre Verlängerungen stehen durch bewegliche Bänder mit einer an der Stange auf- und niedergehenden Kapsel, an welcher ein Ring zum Befestigen eines Seils sitzt, in Verbindung; wird diese Klaue lothrecht aufgehängt, so fällt die Kapsel sammt den Gelenkbändern vermöge der Schwere an der Stange herunter und die Klauen öffnen sich. Zum Niederlassen ins Bohrloch wird nun dieses Instrument an das Gestänge befestigt; sobald die geöffneten Klauen einen Gegenstand umfaßt haben, wird am Seile gezogen, dasselbe fest umgeschlungen und der Gegenstand herausgehoben.

3) Das Fangmaul (Fig. 26) wird bei bedeutenderen Unfällen, wenn z. B. eins von den größeren Bohrgeräthen ins Bohrloch fallen oder darin stecken bleiben sollte rc., angewandt und ebenfalls mit dem Gestänge hinabgelassen. Dasselbe sieht einer Scheere ähnlich, an deren beiden Spitzen rechtwinklig zwei 2 Zoll lange Mäuler, 1½ Zoll hoch, 1 Zoll stark mit an der innern Seite eingemeißelten Zähnen stehen. Die Spitzen dieser Scheeren, so wie die Arme sind 8 Zoll lang. Die beiden unteren Enden der Arme der Scheere sind durch ein bewegliches Gelenkband mit einander verbunden, welches in der Mitte durch einen Bolzen an einer Stange des gewöhnlichen Eisengestänges, die bis zum Kreuzungspunkte der Scheere hinabreicht, so daß das Maul sich nicht weiter, als im Bohrloch nöthig, öffnen kann, be-

festigt ist. Hängt dieses Fangmaul frei lothrecht herab, so sind beide Mäuler durch das eigene Gewicht der Scheere geschlossen. Stößt das Fangmaul, nachdem es ins Bohrloch hinabgelassen worden, unten auf der Sohle des Bohrlochs auf, so öffnet es sich durch diesen Stoß von selbst (indem die Gestängestange sich noch weiter senkt und dadurch das an ihr befestigte Gelenkband aus=einander drückt) so weit, als das obere Gelenkband es erlaubt; sollte man das Fangmaul früher öffnen wollen, oder sollte es durch irgend einen Widerstand sich nicht gleich von selbst, auf der Sohle des Bohrlochs ange=kommen, öffnen, so dient dazu ein an einem Ringe, welcher an einer Spitze der Scheere oberhalb des Mau=les sitzt, befestigtes Seil, welches, nach oben geführt, durch Anziehen die Scheere öffnet. Ist der zu hebende Gegenstand zwischen die Mäuler gepackt, so läßt man das Seil los und hebt das Gestänge, wodurch sich die Mäuler von selbst schließen, und so der gepackte Gegen=stand vermittelst des Gestänges herausgehoben werden kann. Die Schwere und Stärke dieses Fangwerkzeugs, verbunden mit der Anwendung des Gestänges, eignet es besonders zum Herausheben schwererer, im Bohrloche befindlicher Gegenstände, wie denn unter andern die Bohrspindel sammt Bohrer an dem abgerissenen Dreh=seile damit herausgeholt worden ist.

4) Das vierte der Fanginstrumente ist der Fang=haken (Kluft). Dieser besteht aus zwei federnden Schie=nen, welche mit einem schwachen Hölzchen auseinander gestellt werden, das, wenn es beim Hinablassen auf das zu fangende Bohrstück stößt, zusammenbricht oder sich ausstößt, worauf dann die beiden Schienen, so weit als es die Dicke des abgebrochenen Gegenstandes erlaubt, zusammenklappen und ihn fassen.

Wer zuerst den Bergbohrer benutzte, um Quellen damit aufzuschließen, möge unentschieden bleiben. Wollte man dem fabelhaften Ursprunge des ciminischen Sees — beim Dorfe Vico im Kirchenstaate — Glauben geben, so wäre einem der vergötterten Helden aus ältester Zeit die Erfindung zuzuschreiben. Als Herkules an die Stelle

kam, so erzählt die Sage, forderten ihn die Bewohner auf, Beweise seiner Kraft zu geben; da stieß er eine Eisenstange so tief in den Boden, daß Niemand solche wieder herausziehen konnte. Endlich riß Herkules selbst den Stab aus der Erde, und nun brach Wasser in solcher Menge hervor, daß ein See entstand. — Daß Brunnen, ähnlich den artesischen, den Alten nicht unbekannt gewesen, daß sie, obwohl in nicht vollkommener Weise, solche herzurichten verstanden, unterliegt keinem Zweifel. Olympiodorus, der Philosoph, welcher um die Mitte des sechsten Jahrhunderts zu Alexandria in hohem Ansehen stand, erzählt von Brunnen in einer der Oasen — der, rings umgeben von Wüsten, jenseits der Gebirge Lybiens liegenden, bewohnten fruchtbaren Stellen — gegraben, und mitunter bis zu 500 Ellen Tiefe aus den Mündungen Wasserströme hervorschossen, die zum Bewässern der Felder verwendet wurden. In Frankreich schreibt man Dominico Cassini, dem berühmten Astronomen, welchen Ludwig XIV. an seinen Hof berief, das Verdienst zu, die Bohrbrunnen eingeführt zu haben; dem widerstreitet jedoch eine Angabe, nach welcher der erbohrte Brunnen im Karthäuser-Kloster zu Lillers, in der ehemaligen Provinz Artois, dem heutigen Departement Pas de Calais, aus dem Jahre 1126 herrühren soll. Auch ist der Name artesische Brunnen — mit dem solche, durch Kunst gebildete Stellen bezeichnet werden, wo Wasser aus Erdtiefen in bald mehr, bald weniger beständigem Zuflusse hervorbricht und oft zu nicht unbedeutender Höhe über die nächste Bodenfläche emporsteigt — vom Umstande entlehnt, daß es besonders die Provinz Artois war, in welcher man seit langer Zeit eine eben so ausgedehnte, als glückliche Anwendung des Bergbohrers machte. In gewissen Gegenden Italiens, zumal um Modena, übte man die Kunst seit längst vergangenen Jahren. In England, wo gegenwärtig so viele artesische Brunnen sich befinden, sind sie erst seit ungefähr sechzig Jahren im Brauche. Zu Amsterdam wurde vor länger als zwei Jahrhunderten ein Bohrversuch angestellt. Auch die Russen

verstanden sich früher auf die Kunst, wie gesagt wird. In und um Wien sollen Bohrbrunnen schon über ein Jahrhundert vorhanden seyn. Jetzt ist die Gegend sehr reich daran; man zählte 1830 einundvierzig Springquellen. In Württemberg wurde die erste Bohrung, um Salzsoolen zu finden, 1777 unternommen; sie lieferte die als Kurbrunnen so geschätzte Quelle zu Cannstadt. — Amerika besitzt, so viel bekannt, seit langer Zeit erbohrte Brunnen. Zu Hartford in Connecticut findet sich ein durch Kunst hervorgebrachter Bach, dessen Wasser, welches über 100 Jahre nicht aufgehört zu fließen, aus einem Bohrloche hervorquillt, das in einem 210 Fuß tiefen Brunnen hergestellt und dessen Oeffnung vermittelst Schießpulvers erweitert worden.

Artesische Brunnen sind für den öffentlichen Gebrauch, wie für Privatzwecke und in vielartigster Hinsicht sehr bedeutend. Sie liefern ein nothwendiges Lebensbedürfniß: reines, klares, gesundes Trinkwasser; das Wasser strömt in häufigen Fällen so ununterbrochen in dem Grade reichlich, daß dasselbe auch für Gewerbe und Feldbau die mannigfaltigsten Dienste zu leisten vermag. Nicht alle Verwendungsarten unseres Wassers als Triebkraft oder als Verstärkung derselben kann ich hier namhaft machen; einige Hinweisungen mögen genügen. Aufsteigen des Wassers artesischer Brunnen kann leicht bis zum Giebel mehrstöckiger Häuser geleitet werden. Es bewegt Mühlräder, Blasebälge und Hämmer in Nagelschmieden und andere Getriebe in Manufakturen. Seit geraumer Zeit schon verwendet man in vielen Zuckersiedereien, Brennereien, Brauereien und Färbereien zu London fast ausschließlich jenes Wasser. In Gegenden, wo Mangel an fließendem Wasser ist, dient dasselbe zum Bewässern von Wiesen und Ländereien. Geologie und Physik erhielten durch artesische Brunnen besonders werthvolle Aufschlüsse; es gebührt denselben folglich in rein wissenschaftlicher Beziehung, wie von praktischer Seite, unsere ganze Aufmerksamkeit. Die nützliche Erfindung führte zu gar manchen Betrachtungen und Erfahrungen, die, wie wir sogleich hören werden, mit nicht wenigen

von uns besprochenen Gegenständen im nächsten, im innigsten Zusammenhange sich befinden. Es muß uns darum Freude und Interesse gewähren, einiges Nähere zu vernehmen über Wasser, das in Folge von Bohrungen durch den geschaffenen Kanal aus beträchtlicher Tiefe nicht blos bis zum Tage emporgehoben, sondern einer Fontaine gleich in ununterbrochenem Strahle aus dem Boden hervorschießt.

Die Phänomene, an diesen Springwassern wahrnehmbar, müssen, das ist leicht zu erachten, in etwas verschieden sich zeigen, je nach der Natur von Gesteinlagen, die mit dem Bergbohrer durchbrochen worden; auch andere, näher zu erörternde Verhältnisse kommen dabei in Betracht. Einige Thatsachen sind so außerordentlich, daß man sie in Zweifel ziehen könnte, wären dieselben nicht mit aller Sorgfalt und Treue beobachtet worden. Wir reden nicht von mächtigen Entbindungen brennbarer Luftarten allein, die zugleich mit den Wasserausbrüchen stattfanden, sondern von überraschenderen Erscheinungen, von Pflanzentheilen, von Muscheln und von Fischen, welche das Wasser heraufbrachte und ausstieß. — Eine höchst beachtenswerthe Eigenschaft ist den Wassern aller artesischen Brunnen gemein; sie besitzen eine stets gleichmäßige, die Luftwärme mehr oder weniger übersteigende Temperatur; eine Eigenschaft, die zur Bestimmung innerer Erdwärme keineswegs unbenutzt blieb und von der man Anwendungen machte, welche für den, der zum ersten Male davon hört, vielleicht das Gepräge des Uebertriebenen, ja des Fabelhaften tragen; denn mit dem unterirdischen Wasser wärmt man große Arbeitssäle in Fabrikgebäuden und schützt zarte Pflanzen in Glashäusern gegen Frost, ja es dürfte gelingen, setzt man die Bohrungen in noch größern Tiefen fort, das Wasser unmittelbar für warme Bäder verwenden zu können. Es ist hier am Orte, der schon oben erwähnten Bohrarbeiten näher zu gedenken, welche gegenwärtig unfern Ehrenbreitstein bei Koblenz in der Absicht betrieben werden, heiße Quellen zu finden, oder, wie Manche sich ausdrücken: die Wasser von Ems abzugraben.

L. v. Buch, welcher die Sache anregte, ging davon aus, daß man seit langer Zeit der Meinung sey, die Ursache heißer Wasser befände sich nicht nothwendig unmittelbar am Orte ihres Hervorbrechens, sondern vielleicht selbst in großer Entfernung; daß das ganze Gebirge zwischen Frankfurt am Main und Coblenz Thermen enthalten; daß heiße Wasser an tiefer gelegenen Punkten hervorbrächen; Sauerwasser an höheren Stellen; daß der Sitz der Erwärmung überall unter dem Gebirge sey; daß die mit Dämpfen aufsteigenden Wasser, wie z. B. in Ems und Wiesbaden, nach der Höhenlage beider Orte einen kürzeren Weg zu durchlaufen hätten, und daher warm blieben; daß der Weg zu den Höhen, worauf Selters und Schwalbach liegen, viel größer sey, die abgekühlten Wasser daher um so mehr Kohlensäure enthalten könnten; daß solche Wasser, wie es scheine, aus Spalten hervorkämen, welche sich weit fortzögen; endlich daß die Spalten nicht oben offen zu seyn, sondern nur in einer Trennung der Gebirgsschichten zu bestehen brauchten, welche den inneren Dämpfen einen leichten Ausweg verstatten. Bei solchen Voraussetzungen lassen die Schichtenrichtungen des Grauwackegebirges, und mehr noch die in der Nähe von Ehrenbreitstein erscheinenden Sauerquellen, eine Spalte, wie die befragte, voraussetzen; allein die Trennung dürfte nicht bedeutend genug seyn, um aus der Werkstätte heißer Wasser diesen einen Ausweg zu eröffnen, daher sucht man nun vermittelst eines Bohrloches im Thale zu Hülfe zu kommen.

Was für Gegenden, was für örtliche Verhältnisse eignen sich besonders zur Anlegung artesischer Brunnen? Welche Felsarten gewähren, neben den Gliedern der Keuperformation, das meiste Vertrauen bei solchen Unternehmungen? Wie schließt man, vermittelst des Bergbohrers, die unterirdischen Wasservorräthe am vortheilhaftesten auf? Sind die mit der Arbeit verknüpften Kosten beträchtlich? Hat man nicht ein, früher oder später eintretendes, Versiegen artesischer Brunnen zu befürchten? — Sie bescheiden sich, daß es hier nicht am Orte wäre, auf Beantwortung aller dieser Fragen,

welche vielleicht von gar Manchen gestellt werden könnten, mit Ausführlichkeit einzugehen. Indessen gestatten wir uns einige Bemerkungen, wodurch wir Gelegenheit erhalten, gewisse, uns nahe liegende Phänomene zu besprechen. Zuvor wollen wir jedoch untersuchen, woher artesische Brunnen ihr Wasser beziehen und wie sich das Aufsteigen desselben erklären lasse.

Artesische Brunnen entstehen, wenn man den in der Tiefe zwischen zwei undurchdringlichen Gesteinschichten innerhalb lockerer, poröser Felsbänke vorhandenen Wassern, welchen es an natürlichem Abfluß fehlt, einen künstlichen schafft, indem, vermittelst des Bergbohrers, die obere dieser beiden undurchdringlichen Felslagen durchstoßen wird. Nun zeigen sich, wie bekannt, nicht wenige Gebirge aus wechselnden Schichten verschiedener Art zusammengesetzt; es sind dieselben theils dicht, theils locker, porös, so daß sie Wasser aufnehmen, einsaugen und durch sich hindurchlassen. Schichten der Art sieht man über weite Strecken ungefähr wagerecht ausgebreitet, während sie mit ihren Enden, wo dieselben den nächsten Hohenzügen sich anschließen, meist aufgerichtet, nach oben gekehrt zu seyn pflegen. Die aus dem Luftkreise niederfallenden Regen- und Schneewasser senken sich, dem Gesetze der Schwere folgend, durch Spalten, Klüfte, Höhlungen, und besonders durch poröse Gesteinbänke, der Tiefe zu. Hat nun das erwähnte Verhältniß statt, wird eine lockere poröse Schicht nach oben und unten von dichten bedeckt, so muß das Wasser in ersterer — vermöge des Druckes der in höheren Gebirgstheilen enthaltenen Wassermassen — in dem Grade gespannt werden, daß es beim Durchbohren der obern dichten Gesteinlage bis zur Mündung des Bohrlochs, oder, wenn ihm größere Steigkraft verliehen, noch weiter aufwärts sich erhebt. Je beträchtlicher die Höhe, in welcher emporgerichtete Schichten sich befinden, um desto günstiger das Verhältniß; auch mit Wald bewachsene Bergrücken wirken vortheilhaft ein.

Dieser Vorstellung gemäß sind artesische Brunnen, wie ein berühmter Physiker sagt, mit kürzeren Schenkeln von

Hebern zu vergleichen, deren längere, von der Natur gebildete Arme auf Höhen münden und dort durch atmosphärische Niederschläge, durch Thau, Regen und Schnee oft zugleich auch aus vorhandenen Wassersammlungen ihren Vorrath dauernd erhalten. Man kann sich einen solchen Heber wie eine Röhre denken, gebogen in Form des Buchstabens U, von deren Arme einer bis auf einen kurzen Stumpf abgeschnitten und durch einen Hahn geschlossen ist, während der andere, der längere Arm, mit einem stets gefüllten Becken in Verbindung blieb. Oeffnet man den Hahn, so wird das Wasser aus dem kürzern Röhrentheile so hoch emporsteigen, als es gestanden hätte, wäre dieser Arm nicht abgeschnitten worden. — Der hydrostatische Druck, das Gewicht der Wassermasse, treibt die Flüssigkeit oft so gewaltsam aus dem Bohrloche und erhebt sie mehr oder weniger.

Wir wollen das Gesagte mit Hülfe von Abbildungen etwas mehr verdeutlichen. Die Durchschnitte in Fig. 29 und 30 (Taf. VII) haben zum Zweck, die Ursache des Ansteigens des Wassers in natürlichen und in künstlichen Brunnen, die aus muldenförmigen, von Thälern durchzogenen oder von Klüften zerrissenen Schichten hervorquellen, zu erklären. Denken wir uns ein Becken, Fig. 29, zusammengesetzt aus durchdringlichen Schichten E F G, welche mit wasserdichten Schichten H T K L wechsellagern, und deren aller Rand ein horizontales Niveau A B bildet, so wird alles Wasser, welches auf die Schichtenköpfe E F G fällt, sich innerhalb derselben ansammeln und alle Zwischenräume bis zur Linie A B ausfüllen, so daß, wenn man ein Bohrloch in eine derselben versenkte, an welcher Stelle des Beckens es auch seyn möchte, das Wasser alsbald sich bis zur Linie A B, welche dem Wasserniveau des Randes des Beckens genau entspricht, erheben würde. Allein eine solche regelmäßige Bildung kommt nirgends in der Natur vor, und gewöhnlich liegen die verschiedenen Schichtenköpfe in verschiedenem Niveau (Fig. 29 a c e g). In solchen Fällen entspricht die Linie a b dem Wasserniveau inner-

halb der Schicht G, und erst unterhalb dieser Linie ist Wasservorrath vorhanden, welcher sich aber nie über die genannte Linie erheben kann, da er bei a ausfließen würde. Die Linie c d zeigt das Niveau an, über welches sich kein Wasser in der Schicht F ansammeln kann, und die Linie e f stellt das höchste Wasserniveau innerhalb der Schicht E vor. Auf diese Weise wird bei e c a der Abfluß alles Regenwassers bewirkt, welches sich in den Schichten C F G ansammelt. Wollte man also von der Oberfläche i k l gewöhnliche Brunnen in den Schichten G F E bohren, so würde sich das Wasser in denselben nicht höher als bis zu den horizontalen Linien a b, c d, e f erheben. Die obere poröse Schicht würde deßgleichen unterhalb der horizontalen Linie g h mit Wasser angefüllt seyn; höher aber würde sie durchaus trocken seyn.

Der theoretische Durchschnitt (Fig. 30) stellt einen Theil eines Beckens vor, in welchem die Schichten durch eine mit wasserdichter Materie angefüllte Spalte H L verrückt sind. Das Regenwasser, welches auf die Ausgänge der porösen Schichten N O P Q R fällt und in dieselben zwischen den wasserdichten Thonschichten A B C D E eindringt, häuft sich daselbst bis zur Höhe der Horizontallinien A A'', B B'', C C'', D D'', E E'', an. Wenn man nun in jeder dieser Schichten durch die Thonschichten A B C D E hindurch einen artesischen Brunnen bis auf A' B' C' D' E' senkte, so würde sich das Wasser aus den Bohrlöchern bis zu den verschiedenen Niveaus A'' B'' C'' D'' E'' erheben.

Diese theoretischen Resultate ergeben sich jedoch nirgends in solchem Umfange und mit solcher Genauigkeit; die Zerrüttungen der Schichten durch Entblößungsthäler, das unregelmäßige Dazwischentreten der Verwerfungen und die verschiedenartige Beschaffenheit der Masse, welche die Klüfte ausfüllt, sind als so viele störende Einwirkungen zu betrachten. Wäre z. B. ein Thal in der Schicht M unterhalb A'' eingeschnitten, so würde das Wasser derselben am Thalboden herausfließen und sich

nie auf den Thalgehängen zur Höhe des Niveaus H A erheben.

Ueberall, wo der Contrakt des Dammes H L mit den Schichten N O P Q R nicht vollkommen ist, entsteht ein Ausfluß, gleichsam ein natürlicher artesischer Brunnen, durch welchen sich die Wasser an der Oberfläche entladen. Daher kommt es, daß oft eine Reihe artesischer Brunnen den Berührungspunkt eines Dammes mit den Rändern der zerklüfteten Schichten, aus denen das Wasser heraufsteigt, anzeigt; und das Niveau der Wasser innerhalb dieser Schichten stimmt meistens mit dem der Quellen bei H überein; da aber die Undurchdringlichkeit der in verschiedenen Theilen ihres Laufes verschieden ist, so muß auch ihre Fähigkeit, das Wasser aufzuhalten, eine verschiedene seyn, und die Wasserlinie innerhalb derselben wird daher je nach den Umständen zwischen dem höchsten Niveau E und dem niedrigsten H variiren.

Man begnügte sich übrigens nicht mit der naturgemäßen Annahme: artesische Brunnen erhielten gleich Quellen und den auf gewöhnliche Art gegrabenen Brunnen ihren Zufluß aus der Atmosphäre. Künstliche Theorien sollten jene einfache Erklärungsweise verdrängen. Es mögen diese unberührt bleiben, da ihnen theils zulängliche Begründung mangelt, andere aber auf ganz irrigen Vorstellungen über das Entstehen unterirdischer Wasser beruhen, wie wir das durch Beispiele kennen lernen werden. — Daß das Aufsteigen des Wassers artesischer Brunnen Folge hydrostatischen Druckes sey, dafür zeugt eine von Arago erzählte Thatsache, welche sich vor wenigen Jahren in Frankreich ereignete. Zu Choques lag tiefer Schnee; plötzlich trat Thauwetter ein. Ein ungewöhnliches Geräusch zur Nachtzeit erregte Aufmerksamkeit, und mit Staunen sah man, daß der in einem Garten befindliche artesische Brunnen um das Dreifache der Höhe, die ihm sonst eigen war, über die Bodenfläche emporstieg. Wer möchte zweifeln, daß das Phänomen Folge des Thauwetters gewesen sey? Alle Klüfte, alle Spalten naher Höhlen hatten sich in

ihrer ganzen Ausdehnung und sehr schnell mit Wasser gefüllt; es war der heftige Druck dieser Wassermassen, welcher die Erscheinung bedingte. — In gleichem Sinne merkwürdig, in anderer Beziehung noch weit auffallender, bleibt, was am 30. Januar 1831 zu Tours an der Loire sich ereignete. Ein artesischer Brunnen war schadhaft geworden. Die Röhre, in welcher Wasser aus 335 Fuß Tiefe aufstieg, mußte bis zu 12 Fuß von der Oberfläche ausgehoben werden. Sogleich strömte das Wasser in weit größerer Menge, beinahe um den dritten Theil mehr, und einige Stunden anhaltend; aber es zeigte sich nicht klar, wie bisher, sondern beladen mit Sand, und außerdem brachte dasselbe viele Pflanzentheile, auch Gehäuse von Land- und Süßwasserschnecken an den Tag. Es waren Erscheinungen, jenen ganz ähnlich, welche nach Ueberschwemmungen an Ufern von Flüssen und Bächen getroffen werden. Unter den ausgespülten Vegetabilien sah man Samen gewisser Kräuter, wie solche häufig in Sümpfen zu wachsen pflegen, und so gut erhalten, daß dieselben nicht wohl länger, als einige Monate im Wasser gelegen haben konnten; ferner kamen frische Stengel und Wurzeln von Sumpfgewächsen an den Tag, auch Zweige von Dornen, einige Zoll lang; letztere jedoch durch ihren Aufenthalt im Wasser ganz geschwärzt. Aus dieser Thatsache geht namentlich hervor, daß selbst in Fällen, wo örtliche Verhältnisse solcher Art sind, daß es nicht immer leicht wird, den atmosphärischen Ursprung des Wassers artesischer Brunnen nachzuweisen, darzuthun, daß seine Steigkraft Folge hydrostatischen Druckes sey, die gegebene Erklärung, jene, welche als einfachste und naturgemäßeste bezeichnet, dennoch den Vorzug verdienen. Wer mit der Lage von Tours, mit den Verhältnissen der Umgebungen dieser Stadt bekannt ist, wird den Ursprung des Wassers unsers artesischen Brunnens in Thälern der Auvergne und des Vivarais suchen. Das Wasser muß zu seinem unterirdischen Laufe vier Monate gebrauchen; denn die im Herbste gereiften Samen gelangten unzersetzt bis zur Mündung des Brun-

nens. An Einseihungen durch sandige Lagen kann nicht gedacht werden; dagegen streiten die Muscheln und die Holztheile, welche das Wasser mit sich führte; das flüssige scheint in seinem Laufe mehr oder weniger unregelmäßige Kanäle durchzogen zu haben.

Was die Gegenden betrifft, zum Bohren artesischer Brunnen geeignet, so überlasse man sich keineswegs der täuschenden Hoffnung: daß es gleichviel sey, wo gebohrt werde; daß bei gut ausgeführter Arbeit, und wenn man nur gehörige Tiefe erreiche, ein glücklicher Erfolg nicht fehlen konnte. — Die zu lösende Aufgabe ist, wie aus dem bis dahin Entwickelten sich ergibt, zum größten Theil eine rein geologische Beschaffenheit und Stellung der Gesteinschichten, in irgend einem gegebenen Landstriche die feste Erdrinde bildend, müssen als wesentliche Bedingungen gelten; richtige Einsicht, sorgsame Erwägung dieser Verhältnisse leiten bei Unternehmungen, wie die, wovon wir reden.

Jeder weiß, daß in vielen Gebirgen, zumal in solchen, welche vorherrschend aus Kalkmassen bestehen, weit erstreckte, oft Meilen lange Zerklüftungen zu finden sind. In diesen Räumen versiegt niederfallender Regen und Schnee, und besonders schnell auf Höhen; dagegen sprudelt das Wasser in zahllosen Quellen am Fuße der Berge wieder hervor. Aufmerksame Beobachter können darum ohne große Schwierigkeit beistimmen: ob in diesem oder jenem Landstriche, vermittelst vorzunehmender Grabungen, Brunnenwasser mehr oder weniger leicht und sicher zu erhalten sey oder nicht. Wenden wir das Gesagte auf die Erbohrung von Springquellen an. Der Geolog — bemüht, Nachrichten über vorhandene gegrabene Brunnen einzuziehen, um keinen Wink unbenutzt zu lassen — wird vor Allem an die in Schichten und Bänke abgetheilten Gebirgsmassen sich zu halten haben; er wird Orte suchen, wo gegen den Horizont geneigte Lagen einer mehr lockern, zerklüfteten oder porösen Felsart — Lagen so beschaffen, daß das von ihnen aufgenommene Wasser sich leicht ausbreiten kann — ihre Stelle zwischen zwei dichteren Gesteinbänken einnehmen. —

Thäler, Ebenen von nahen Bergen, den eigentlichen Wassererzeugungsstätten, umgeben, sind zu Bohrversuchen geeignet; mit geringerer Sicherheit arbeitet man auf Höhen, sie müßten denn zwischen noch erhabenern Bergen liegen; in sehr weit erstreckten Ebenen, fern von Gebirgszügen, bleibt es meist zweifelhaft, ob springende Quellen zu treffen seyen; aber Bohrarbeiten können gutes, trinkbares Wasser liefern, welches durch einzusetzende Pumpen sich heraufheben läßt. — Uebrigens hängt, selbst im Boden von geeigneter Beschaffenheit, die Auffindung steigender und springender Quellen nicht selten von gewissen zufälligen Umständen ab; deßhalb darf es nicht befremden, wenn mehrere, nahe bei einander vorgenommene Bohrungen keineswegs alle gleich gut gerathen, ja manche selbst ganz mißlingen, indem sie nicht einen Tropfen Wasser liefern. So geschah es in manchen Fällen, daß die das Wasser aufhaltenden Schichten an einem Orte, wo dieselben weniger mächtig, durchstoßen wurden; nun senkte sich das Wasser, statt emporzusteigen, größern Tiefen zu.

Von der frühern Meinung: es seyen nur jüngere Kalkgebirge für Anlegung artesischer Brunnen geeignet, kam man zurück. Beispiele in Menge haben dargethan, daß in sehr verschiedenartigen Formationen mit Erfolg gebohrt werden könne, vorausgesetzt, daß die Oertlichkeit nicht durchaus zuwider ist. Im Wechsel mit einander auftretende thonige, kalkige und Sandsteinmassen gelten als besonders günstige Verhältnisse. Je undurchdringlicher, je dichter die Felsarten, um desto weniger eignen sie sich für die Anlegung artesischer Brunnen. Bei Graniten, Gneisen, Porphyren und anderen plutonischen Gebilden bleibt der Erfolg sehr zweifelhaft; dasselbe ist der Fall bei vulkanischen Ablagerungen, in Lavenbetten u. dgl. Risse, Spalten, Klüfte sind hier oft hier von geringer Breite, oder sie senken sich nicht tief genug; ihr gegenseitiger Zusammenhang ist kein solcher, daß die von denselben aufgenommenen Wasser, bei der im unterirdischen Laufe ihnen angewiesenen, meist beschränkten Bahn, durch Hinzutreten

nachbarlicher Wasseradern sich verstärken könnten. Einzelne Ausnahmen der Regel kennt man; aber diese dürften durch besondere Verhältnisse bedingt seyn. Einige Beispiele wollen wir anführen, um das Ausgesprochene zu belegen. In den letzteren Jahren wurde bei Aberdeen in Schottland, 180 Fuß unter Tag, reines, reichlich fließendes und sechs Fuß über die Bodenfläche springendes Wasser in Granit erbohrt; es zeigte sich jedoch, daß dieses Wasser aus einer mit Sand und Kies erfüllten Spalte abstammt. Beim Vorgebirge Uneino, nicht weit vom neapolitanischen Städtchen Torre dell' Annunziata, kannte man seit längerer Zeit eine Stelle, wo in ungefähr 80 Fuß Entfernung von der Küste Luftblasen aus dem Wasser emporstiegen. Die Erscheinung erregte Aufmerksamkeit, und vor etwa sieben Jahren wurde der Versuch gemacht, an einem ins Meer sich hinabsenkenden Felsen von vulkanischem Tuff nach Wasser zu bohren. Als zwei Lagen, eine aus sandigem Lehm bestehend, die andere aus Geschieben, beide zusammen ungefähr 19 Fuß mächtig, durchstoßen waren, stieg eine Wassersäule von 4½ Zoll Durchmesser gewaltsam empor. Man trieb noch mehrere Bohrlöcher nieder; bei den meisten war der Grund ein sehr fester Lavaboden, nur beim letzten floß Wasser über ein mit Lavabruchstücken und mit vulkanischer Asche untermengtes Thonlager. Dieß muß ohne Zweifel als Bett des erbohrten unterirdischen Stromes gelten. Aus einer aufgesetzten Röhre sprang das Wasser anfangs 16 Fuß hoch, und so kräftig, daß es nicht bloß kleine Gerölle, sondern Lavabrocken von ansehnlichem Gewichte mit heraufriß. Nach einiger Zeit sank die Wassersäule bis zu 9 Fuß, auf welcher Höhe sie sich erhielt. Das Wasser ist lau, klar, angenehm von Geschmack und reich an Kohlensäure, so daß ihm nicht unbedeutende Heilkräfte zustehen.

Ehe wir weiter gehen, dürfte es am Orte seyn, noch Einiges von der Bohrarbeit nachzutragen, was weiter oben noch nicht gesagt worden ist. Im lockern Gebirge muß das Bohrloch, um gegen hinabfallende

Theile seiner Wände geschützt zu seyn, hinreichende Weite haben, damit es einen Kasten, eine vierseitige oder eine runde Röhre von gut zusammengefügten Brettern aufnehmen könne. Dieser Kasten oder diese Röhre ist aus leicht erachtenden Gründen am untern Ende mit einem zugeschärften Stahlbeschlage versehen, er hat einen Stahlschuh und wird eingerammt, durch senkrechtes Schlagen oder Stoßen vermittelst eines schweren Klotzes eingetrieben. Ist es nothwendig, so setzt man auf das obere Ende des ersten Kastens einen zweiten und fährt mit der Arbeit stets weiter abwärts fort, bis zur obern Grenze fester Felsmassen.

Das Bohrloch muß wenigstens 7½ Zoll Durchmesser haben, um runde Röhren einbringen und immer tiefer einsenken zu können; Röhren, welche den innern Raum des Brunnens bilden, innerhalb dessen das Wasser emporsteigt. Diese Röhren — aus Erlenholz, Eisenblech, Kupfer oder aus Eisen gegossen — gewähren zugleich den Vortheil, daß sie jedes Einfallen zermalmter, zerstoßener Gesteintheile hindern und den Zudrang höherer unreiner Wasser abhalten. Holzröhren sind keineswegs so mangelhaft, als man vielleicht glauben dürfte; in dem erwähnten sehr alten artesischen Brunnen zu Lillers bewährten sie sieben Jahrhunderte hindurch ihre Dauer.

Daß man bald mehr, bald weniger tief senkrecht in den Boden eindringen müsse, um seinen Zweck zu erreichen, dies ergibt sich aus dem bis jetzt Besprochenen.

Im Departement des Pas de Calais springt eine aus 461 Fuß heraufkommende Quelle 7 Fuß hoch. Zu Nürnberg wurde in 366 Fuß Tiefe, und zwar im Keupergebilde, eine Quelle erbohrt, die 15 Fuß über die Bodenfläche steigt. In Würzburg hat ein Brunnen von 200 Fuß Tiefe 36 Fuß Steighöhe und liefert in einer Stunde 156 Eimer Wasser baierischen Maaßes. Von seltener Springkraft ist endlich ein zu Tours erbohrter Brunnen; das Wasser kommt aus 414 Fuß Tiefe und steigt 55 Fuß über den Boden. — Manche Bohrarbeiten, die bei Paris bis zu 663 Fuß abwärts geführt wurden,

und andere, womit man unsern Genf Tiefen von 682 Fuß erreichte, lieferten kein aufsteigendes Wasser.

Der wichtigste und tiefste artesische Brunnen ist unstreitig der erst ganz neuerlich (25. Februar 1841) in der Bohrung vollendete, in dem Schlachthause von la Grenelle zu Paris. Nachdem der Bohrer die ungeheure Tiefe von fast 1800 preuß. Fußen erreicht hatte, traf er das Wasser, welches sogleich emporsprang, und zwar in Uebereinstimmung mit den bisher gemachten Erfahrungen, warm, mit einer Temperatur von 22° R. Der Brunnen liefert etwa 35000 Litres oder 31000 preuß. Quart Wasser in der Minute, welches 30 Fuß über dem Boden emporsteigt, so daß ohne weitere Druckwerke die ganze Vorstadt St. Germain mit dem nöthigen Wasser zu versehen, so wie vier solcher Brunnen hinreichend seyn würde, ganz Paris mit dem nöthigen Trinkwasser zu versorgen. Die Kosten dieser Bohrung belaufen sich auf etwa 42000 Thalern.

Unfern Perpignan sprang, als 80 Fuß Tiefe erreicht waren, ein Wasserstrahl plötzlich vier Fuß über das Bohrloch empor. Das Wasser war klar und hatte 17,5° Wärme. Es wurde mit der Arbeit fortgefahren. Bei 145 Fuß Tiefe sank das Gestänge plötzlich abwärts. Nachdem man die Geräthschaften aus dem Bohrloche gezogen hatte, drang ein Strahl hervor, welcher in der Minute ungefähr 3000 Pfund Wasser gab und nachher zu fließen fortfuhr. Vergebens waren alle Versuche, die Tiefe zu messen; die Gewalt des Stromes machte jede Senkung des Bleiloths unmöglich. — Von der Kraft, womit die Wasser mancher Springquellen der Oberfläche zudringen, zeugt folgende Thatsache. Aus einem bei Tours bis zu 80 Fuß unter dem Loirespiegel gebohrten Brunnen wurde ein in die Röhre gebrachter Blechcylinder, welcher ein Gewicht von 176 Pfund enthielt, gewaltsam hinausgeschleudert.

Dem vorhin erwähnten hydrostatischen Gesetze gemäß, müßten die meisten erbohrten Quellen weit mehr Steigkraft zeigen. Aber die wasserführenden Gesteinlagen können, was das Glatte ihrer Wände betrifft, nicht

mit künstlichen Leitungen verglichen werden. Hindernisse mancherlei Art, rauhe, unebene Flächen, stellenweise Ausfüllungen mit Sand oder mit Geröllen, hemmen in der Tiefe den Lauf und verengen die Kanäle. Das steigende Wasser erreicht darum nur in seltenen Fällen die ganze Höhe, zu welcher es gelangen sollte. — Manche nicht fern vom Meeresufer befindliche Springquellen lassen als Folge unmittelbarer Einwirkung von Ebbe und Fluth ein tägliches Steigen und Fallen wahrnehmen; ebenso ist die Wassermenge, welche sie liefern, während jener beiden Zeiträume auffallend verschieden.

Die Ergiebigkeit artesischer Brunnen überhaupt muß als von allen Verhältnissen wassergebender Schichten abhängig betrachtet werden. Besonders merkwürdige Erfahrungen hat man in Wien gemacht. Springquellen, wenige Klafter von einander entfernt, ließen in solcher Hinsicht gar oft die auffallendsten Ungleichheiten wahrnehmen. Häufig bricht während der Arbeit ein Strahl hervor, welcher durch Mächtigkeit in Staunen setzt. Zumal im ersten Augenblicke nach dem Anbohren unterirdischer Behälter drängt sich das Flüssige zuweilen in solcher Menge und in dem Grade gewaltsam hervor, daß man den für die Umgebungen nachtheiligen Wasserüberfluß keineswegs immer zurückzuhalten im Stande ist. Unter nicht wenigen auffallenden Thatsachen verdienen folgende besonders erwähnt zu werden.

Aus dem in einem Garten in England 360 Fuß tief niedergestoßenen Bohrloche von 4½ Zoll Weite, ergoß sich Wasser in solcher Fülle, daß es nicht nur den Garten und den ganzen Platz um das Haus überschwemmte, sondern auch alle nahegelegenen Keller anfüllte. Bald wurden Beschwerden geführt; die Polizei mußte einschreiten. Wiederholte Versuche, das Bohrloch durch einen Holzstöpsel zu schließen, oder dem Strome durch einen Eisenbolzen Einhalt zu thun, blieben fruchtlos. Endlich setzte man mehrere Röhren von kleinerm Durchmesser auf das Bohrloch, und auf diese Weise gelang es, das Wasser zu bemeistern.

Zu Conjé sur le Cher, im Departement d'Indre et

Loire, wurde neuerdings ein Brunnen gebohrt, welcher, bei 982 Fuß Tiefe, 4050 Litres Wasser in jeder Minute gibt, folglich einen wahren Strom; denn man hat berechnet, daß dieser artesische Brunnen täglich zweimal so viel Wasser liefert, als der kleine Fluß Bièvre, welcher sich unfern Paris in die Seine ergießt. — Sehr gewöhnlich dringt atmosphärische Luft aus den erbohrten Kanälen hervor; selbst bei Tiefen von 180 Fuß und darüber treten Erscheinungen der Art ein und sind mitunter von großer Heftigkeit. Zuweilen zeigen solche Luftausströmungen ein gewisses Intermittiren; sie werden anhaltender und stärker in dieser oder in jener Tagesstunde.

Noch interessanter sind die Entwickelungen gewisser Gasarten, so namentlich die Ausbrüche von dem nicht unbekannten geschwefelten Wasserstoffgas, Phänomene, welche oft mit Ergüssen schlammigen Wassers verbunden zu seyn pflegen. Wo man in thonigen und sandigen Schichten bis zu nicht unbeträchtlicher Tiefe bohrte, und gewisse braune bituminöse Mergel und Gipsablagerungen durchstoßen hatte, war nicht selten, als das Gestänge aus dem Bohrloche genommen wurde, ein sehr heftiges Getöse in der Nähe zu hören. Im nämlichen Augenblicke ergoßen sich Massen sandigen Schlammes unter Verbreitung unangenehmen, schwefeligen Geruchs. Die Erscheinung dauerte mehrere Minuten, nachher sank das Wasser wieder auf ein gewöhnliches Niveau. Das Getöse hielt noch kurze Zeit an, wurde jedoch allmählig schwächer. So oft man später das Gestänge herausnahm, war das Geräusch bald stärker, bald schwächer zu vernehmen. Wurde Licht an die Mündung der Röhre gebracht, so entzündete sich das ausströmende Gas und bildete Flammen von 6 und 7 Fuß Höhe. Die Flamme brannte während einiger Minuten lebhaft, nahm nach und nach ab, erlosch, und nun hörte auch das Geräusch in der Röhre auf. Bei wiederholten Katastrophen der Art aus einem und demselben Bohrloche wurde deren Heftigkeit zuweilen in solchem Grade gesteigert, daß flüssiger Schlamm über 15 Fuß aufwärts fuhr, und

Flammensäulen von 6 Fuß Breite loderten bei 30 Fuß hoch empor.

Mitunter werden auch Fische aus Bohrlöchern geschleudert; zwei Thatsachen kennt man. Eine trug sich 1831 unfern Bochum in Westphalen zu, die andere, wenige Jahre später, beim Städtchen Elbeuf an der Seine in der Normandie. Der artesische Brunnen unweit Bochum verlor sein Wasser. Dieß veranlaßte neue Bohrarbeiten in unmittelbarer Nähe. Aus einer Tiefe von 143 Fuß kam plötzlich klares reines Wasser — nach dem Geschmack zu urtheilen, ein Gemisch aus Fluß- und Quellwasser — so reichlich hervor, daß dessen Andrang kaum zu stillen war. Den folgenden Morgen fand man etwa zwanzig Fische von 3 bis 4 Zoll Länge. Einige derselben wurden ergriffen, starben jedoch nach Verlauf einer halben Stunde, obwohl man nicht unterlassen hatte, sie sogleich in mit Wasser gefüllte Gefäße zu bringen. Einer der besondersten Fälle aber ist folgender: aus dem artesischen Brunnen, welcher, nicht fern von der Seine, im Kreidegebilde und mehr als 448 Fuß tief, bei Elbeuf gebohrt worden, kamen kleine lebendige Aale hervor. Das reichlich sprudelnde Wasser — gewöhnlich sehr klar und von 16° C. Temperatur — wurde 24 Stunden nach einem Gewitter und nach heftigen Regengüssen durch thonigen Schlamm sehr getrübt; es hatte ganz das Aussehen von Seinewasser nach anhaltendem Regenwetter. — Die Natur der zu Elbeuf hervorgekommenen Fische unterliegt keinem Zweifel; Pariser Gelehrte sahen und bestimmten die Thiere. Ueber die Fische von Bochum weiß man nichts, als daß Landleute aussagten: es seyen Gründlinge gewesen. Der nächste Fluß um Bochum hat seinen Lauf in einer Stunde Entfernung. — Es sind dieß Phänomene, jenen vergleichbar, welche gewisse Vulkane in Quito zeigen; ich rede von den durch solche Feuerberge, und oft in gewaltiger Menge, ausgeschleuderten Fische, worüber wir später noch Näheres hören werden.

Ein Gegenstand von vielartigem wissenschaftlichem Interesse ist endlich die Bestimmung der Temperatur des

Wassers artesischer Brunnen. Auch ihres ausgezeichneten Nutzens wegen macht sich die Sache sehr bedeutend. Die Erfahrung hat auf das Unzweideutigste gezeigt, daß die Wärme erbohrter Quellen mit der Tiefe zunimmt. Von den erwähnten Brunnen in und bei Paris gibt namentlich jener im Schlachthofe hiervon die auffallendsten Beweise. Sein Wasser hatte bei 894 Fuß Tiefe eine Temperatur von 22,2° C., dieß war im Mai 1836 der Fall; im Dezember Monat 1835 aber, wo man erst 744 Fuß mit dem Bohrer abwärts gedrungen, betrug die Wärme nur 20,0° C.; bei seiner Vollendung im Februar 1841 endlich sprang das Wasser mit 30° C. Wärme heraus. Die Temperaturzunahme unterirdischer Wasser mit der Tiefe ist naturgemäße und nothwendige Folge der innern Erdwärme. Allein modificirende Umstände verschiedener Art können Unregelmäßigkeiten hervorrufen. So ist es besonders gar oft möglich, daß das in Bohrlöchern aufsteigende Wasser, dessen Wärme gemessen wurde, aus noch größeren Tiefen abstammt, als jene sind, welche man vermittelst des Bohrers erreichte, und daß folglich artesische Brunnen eine raschere Wärmezunahme gegen das Erdinnere zeigten, als in Wahrheit der Fall ist.

Von der unversiegbaren, bei jedem Wechsel der Lufttemperatur fortwirkenden Kraft des Wassers artesischer Brunnen hat man, wie schon angedeutet worden, in mannigfaltigster Hinsicht Vortheile zu ziehen gewußt. Säle in Fabrik- und anderen Gebäuden lassen sich durch solches Wasser, welches in Röhren umher geleitet wird, mäßig erwärmen. In Glashäusern, wo das Jahr hindurch eine sehr gleichmäßige Temperatur nothwendig, ist diese zu erlangen, indem man große Mengen unsers Wassers darin in Umlauf setzt. Wird solches Wasser aus einem ergiebigen Brunnen Teichen zugeführt, in denen während des Winters die Fische wegen zu strenger Kälte absterben, im Sommer aber großer Hitze halber nicht gut fortkommen, so lassen sich solche Temperaturextreme beseitigen. Mühlenräder, auf welche man

erbohrtes Wasser leitet, frieren, selbst bei hohen Kältegraden, nicht ein.

Die Frage, welcher Kostenaufwand mit Herstellung eines artesischen Brunnens verbunden sey? gehört unstreitig zu jenen, die mit Sicherheit kaum beantwortet werden können. Zeit, Ort, Umstände machen hierbei ihre Rechte zu sehr und zu vielseitig geltend, als daß einigermaßen genaue Vorausbestimmungen stets möglich wären. Es gibt Bohrbrunnen, welche das Werk weniger Wochen waren; andere, Geduld und muthige Ausdauer verlangend, konnten erst nach Ablauf vieler Monate zu Stande gebracht werden. Dieß pflegt namentlich zu geschehen, wenn das Wasser in großer Tiefe aufgesucht werden muß. In gewissen Ablagerungen schreitet der Bohrer schnell abwärts; hat man es jedoch mit rolligem Gebirge, mit lockeren Schichten, mit Bänken aus Geschieben bestehend, zu thun, oder sind Gesteine von großer Härte zu durchbrechen, so ist das Geschäft mühsamer, schwieriger, von längerer Dauer; deßgleichen, wenn störende Zufälle eintreten, Beschädigungen von Geräthschaften, Abbrechen der Stangen u. s. w. Die Kosten vermehren sich sehr, wenn der ganze Bohrapparat angeschafft werden muß; sind dagegen alle oder die meisten Werkzeuge vorräthig, wie man dieß in jenen Gegenden trifft, wo von Seiten des Staats nach Steinkohlen oder nach Salzquellen gebohrt wird, und darf das Gestänge benutzt werden, so tritt schon höchst bedeutende Erleichterung ein. Man kennt Fälle, wo tausend Gulden und mehr aufgewendet werden mußten, während in anderen das Unternehmen nur einige hundert Gulden kostete, und selbst weniger. In Frankreich bohrte man an einem Orte mehrere Springquellen, wovon keine über achtzig Gulden kostete.

Endlich kämen wir zu dem, von Manchem angeregten Bedenken: ob artesische Brunnen nicht in längerm oder kürzerm Zeitverlaufe ihr Wasser einbüßen, ob sie nicht versiegen müßten? Es sey uns gestattet, unter allen Beispielen, die wir anführen könnten, nur eines zu wählen. Wir erinnern an die uns bekannte, vor länger

als sieben Jahrhunderten erbohrte Springquelle zu Lillers, ihre Wassermenge erlitt nie eine Aenderung, die Steigkraft blieb genau die nämliche. Nur wenn einmal weder Regen noch Schnee mehr niederfallen sollte, wenn jede Verdunstung im Luftkreise ein Ende nähme, möchte man sorglich werden. Artesische Brunnen, davon haben wir uns überzeugt, beziehen ihr Wasser nicht aus Behältern, welche seit Jahrhunderten und Jahrtausenden keinen neuen Zufluß erhielten.

Dritter Abschnitt.

Von den Erdbeben und Vulkanen.

Die Erscheinungen, welche die Erdbeben und Vulkanausbrüche darbieten, erregen nicht allein das höchste Interesse, sondern sie liefern auch überaus wichtige Beobachtungen für die Natur des Erdkörpers und seiner Atmosphäre. — Der Anblick vulkanischer Berge zieht nicht blos an durch das Imponirende ihrer Massen; er beschäftigt zugleich die Seele lebhaft, indem er sie an den geheimnißvollen Quell des unterirdischen Feuers zurückführt, zu allen Mysterien, die hier bewahrt sind. — Wenn gleich heutiges Tages den Vulkanen nicht die umfassende Allgemeinheit verliehen ist, welche bei den Veränderungen der Planetenrinde den meisten übrigen Agentien, wie Wasser, Luft ꝛc., zukommt; wenn das Feuer mit seinem Wirken ungleich minder ausgedehnt, mehr auf einzelne Länder oder Orte beschränkt, und, als lokal wirkende Ursache nicht geeignet ist, jetzt noch an vielen Stellen Gebirgsarten über große Räume auszubreiten, so gibt es dennoch kaum einen Gegenstand, der vergleichbar wäre mit der Gewalt jenes Elements, das in der innern Cyklopenwelt in dunkeln, unerforschten Tiefen, in der Erde Innerm herrscht.

— Durch vulkanische Kräfte entsteigen hier neue Berge dem Mutterschoße der Erde, dort stürzen Theile der Planetenrinde in ausgebrannte Weitungen hinab; ganze Städte und ihre Bewohner sieht man unter Asche und Lava begraben, in Glut und Brand versinken; ungeheure Dampfmassen werden, wie in Pulsschlägen, in die Höhe gestoßen; breite Lavaströme treten aus den Schlünden, sie thürmen sich zu Bergen auf, oder ergießen sich über die nächste Umgegend; lachende Fluren werden zu schaurigen Lavenfeldern, nach allen Richtungen schleudert der Krater einzelne glühende, weit leuchtende Massen und Bruchstücke mit gewaltiger Kraft; unermeßliche Aschenmengen verfinstern das Tageslicht; ringsumher sind Schrecknis und Verzweiflung verbreitet; selbst dem Meere entsteigen neue Inseln, rauchend und flammend treten sie hervor aus dem Schooße des Oceans.

Auffallend und höchst bemerkenswerth ist es, wie die Gewohnheit auch bei solch schreckenvollen Erscheinungen ihr gewaltiges Recht über das menschliche Gemüth behauptet. Schon Hamilton, der bekannte englische Gesandte am neapolitanischen Hofe im letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts, erzählt, daß die Bewohner Neapels so vertraut mit den Erscheinungen ihres Berges geworden, so gleichgültig gegen den schaurigen Anblick seiner Kraftäußerungen, daß oft zwei Dritttheile von ihnen eine Eruption des Vesuvs, wenn solche nicht zu den besonders heftigen gehört, gar nicht wahrnehmen. Die Bewohner von Portici, von Torre del Greco schlummern sicher auf dem alten Feuergrabe, in noch dampfenden Ruinen. A. v. Humboldt konnte zu Santo Croce auf Teneriffa Niemand finden, der den Pico de, den gewaltigen Feuerberg jener Insel, je bestiegen hätte.

In den Schriften der Bibel, sowohl alten als neuen Bundes, kommt nicht eine einzige Stelle vor, aus der sich mit Zuversicht schließen ließe, daß ihre Verfasser von den Erscheinungen der vulkanischen Welt auch nur das Geringste gewußt hätten.

Zwar wird im ersten Buche Mosis der Untergang des Thales Siddim mit seinen Städten Sodom, Gomorrha u. s. w. — ein Ereigniß, welches freilich nicht durch eigentlich vulkanische Ursachen, sondern durch einen Erdbrand herbeigeführt wurde — ausführlich erzählt; aber diese Katastrophe wird daselbst von einem vom Himmel gefallenen Schwefel- und Feuerregen hergeleitet. Ferner wird zwar im alten Testament häufig von Bergen gesprochen, die vor Jehovah zittern und beben, die, wenn er sie anrührt, rauchen, auf die er eine Flamme herabsendet, um sie zu verbrennen, die vor ihm zerschmelzen und zerfließen wie Wachs; allein alle diese Bilder sind so beschaffen, daß sie auch aus einer Phantasie, der das Wesen der vulkanischen Erscheinungen durchaus fremd ist, geflossen seyn können. Nur an Gewitter und Erdbeben scheint dabei gedacht zu seyn. Am ersten möchte man noch versucht seyn, die Erzählungen von dem Feuer und Rauch auf dem Berge Sinai zur Zeit der Gesetzgebung auf etwas Vulkanisches deuten, wenn man nicht wüßte, daß der Sinai aus Granit besteht. Bei Jeremias wird zwar der Stadt Babel gesagt, der Herr wolle sie, die bisher ein Berg des Verderbens gewesen sey, zu einem Berge des Brandes machen, was aber nur heißt: zu einer ausgebrannten Trümmermasse von ehemaligen Gebäuden. In der Apokalypse findet sich eine Stelle, in der gesagt wird: Es stürzte sich vom Himmel, wie ein großer feuerbrennender Berg ins Meer, aber gemeint ist auch da nichts Anderes, als eine Feuermasse, groß wie ein Berg. Auch zeigen die palästinischen Berge keine vulkanischen Spuren. Der Oelberg bei Jerusalem, die Berge Tabor und Carmel bestehen aus Kalk, und die meisten erhabenen Gipfel des Libanon werden von Felsarten gebildet, welche versteinerte Muscheln und Pflanzentheile umschließen. Nur der Ararat ist offenbar ein alter Vulkan, obwohl wir innerhalb der geschichtlichen Zeit keine Ausbrüche desselben kennen.

Nachrichten über Vulkane wurden uns in den hinterlassenen Schriften von Weltweisen, Geschichtsforschern

und Dichtern aus alter Zeit, und die erhaltenen Kunden beziehen sich auf den Aetna, den Vesuv und einige Feuerberge auf italischen Inseln.

Homer, der Vater der Dichtkunst, scheint in seiner heiligen Frühe den Aetna nicht als thätigen Feuerberg gekannt zu haben; er erwähnt seiner nicht, ob man gleich kaum zweifeln darf, daß solche Naturwunder ihm sehr diensam gewesen wären zu poetischem Schmuck. Appianus von Alexandrien erzählt Nachstehendes: „Auch hörte man im Jahre 718 der Stadt, neun Jahre nach Cäsars Tod, vom Aetna fürchterliches Getöse und lang anhaltendes Brüllen; es brachen Flammen hervor, und ein heller Schein umglänzte das ganze Heer, so daß die Deutschen aufsprangen von ihrem Lager aus Furcht, die übrigen aber, denen es in der Erinnerung gegenwärtig war, was sie vom Brande des Aetna gehört, hielten nicht mehr für unmöglich, daß unter solch wundervollen Erscheinungen die Lava sich über sie her ergießen könnte." — Virgilius Maro erwähnt in der Aeneide unter anderm des Aetna. Er sagt: Unerschüttert ist der Port von den streichenden Winden und groß; aber neben an donnert der Aetna aus schrecklichen Abgründen, wirft zuweilen bis an den Aether eine schwarze Wolke, rauchend von wirbelndem Peche und glühender Asche, erhebt Feuerballen und leckt die Gestirne. Zuweilen schleudert er ganze Felsen aus und losgerissene Eingeweide des Gebirges, und häuft mit Geheul in den Lüften zerschmolzene Steine und erbraust vom untersten Grunde. — Pindar setzt den Aetna in der ersten seiner pythischen Oden auf den berüchtigten Riesen Typhon. Er erwähnt eines Ausbruches, der zu seiner Zeit, im vierten Jahre der 75. Olympiade, sich zugetragen, und der, nach ihm, als der zweite gelten muß. Vom ersten Ausbruche, sagt er, sey die Zeit nicht bestimmt, aber er habe stattgefunden, seitdem Griechen auf Sicilien wohnten. — Thucydides erzählt, daß im dritten Jahre der 88. Olympiade, im Jahre Roms 329, vor Christus 425, zur Zeit des Frühlings sich ein Feuerstrom aus dem

Aetna ergoß, wie dieß schon zuvor geschehen sey und das Land der Cataneer verheert habe, die unter dem Berge lebten, welcher der höchste auf Sicilien wäre. Man sage: dieser Ausbruch habe sich ereignet 50 Jahre nach dem ersten; überhaupt aber seyen drei Eruptionen gewesen, seitdem Sicilien von den Griechen bewohnt worden. Eusebius sagt, daß zu derselben Zeit Atalante, eine kleine Insel im euböischen Meere, der Küste von Böotien und dem lokrischen Hafen, Daphnus gegenüber, sich losgerissen habe von der lokrischen Küste. — Aristoteles handelt vom Aetna und von Lipari, und gibt Nachricht von ihren vulkanischen Erscheinungen. — Horaz sagt in den Oden vom Stromboli: oppositis debilitat pumicibus mare (eine Stelle, über deren Deutung die Philologen noch nicht einverstanden sind). — Cicero spricht (in natura deorum) von Finsternissen bei Ausbrüchen des Aetna. Er nennt das Wiederkommen der Sonne, nach zweitägiger Dunkelheit, ein Erwachen zu neuem Leben. Daselbst ist von vulkanischen Inseln bei Sicilien die Rede. — Justinus legt, indem er von Siciliens Naturwundern spricht, eine Theorie der Feuerberge dar, welche manches Aehnliche mit der Hypothese Deluc's hat. — Strabo lieferte eine ausführliche Beschreibung des Aetna, der nach ihm zuvor den Namen Inessa führte. Auch vom Vesuv spricht Strabo und erwähnt seiner als eines Feuerberges, der schon vor der Eruption von 79 nach Christus thätig gewesen. Er stützt die Meinung auf die vulkanische Beschaffenheit des Gipfels. Das, was Strabo über den Vulkan Siciliens sagt, ist besonders merkwürdig: „Der Berg Aetna ragt zumal über Catana hervor und ist achtzig Stadien (ein Stadium zu 600 Fuß gerechnet) davon entfernt. Alle Leidenschaften seines Kraters läßt er diesen Ort abbüßen; denn die Lavaströme fließen auf das nachbarliche cataneische Gebiet herunter. Wenn es dem Neptun gutdünkt, daß der Berg sich entzünden soll, werden die Ländereien der Cataneer tief überdeckt mit Asche, welche auf eine Zeitlang zwar großen Schaden bringt,

später aber der Gegend sehr zu Statten kommt, denn es gedeihen hier treffliche Weine und Früchte, und die mit Asche bedeckten Ländereien erzeugen Wurzeln, welche die Schaafe so fett machen, daß man ihnen von 40 zu 40 oder 50 Tagen Ader lassen muß. Der Feuerstrom, wenn er sich verdichtet, wandelt die Oberfläche bis zu beträchtlicher Tiefe in Stein um, so daß diejenigen, welche die alte Oberfläche der Erde entblößen wollen, sich mit Steinbrecher-Geräthschaften versehen müssen; denn wenn der Fels im Krater geschmolzen ist und nachher in die Höhe geschleudert wird, so ist die darüber gegossene Feuchtigkeit des Gipfels ein schwarzer Schlamm, der vom Gebirge herabströmt, in der Folge sich verdichtet, und die Asche der brennenden Steine entsteht, wie die von verbranntem Holze; so wie also die Pflanzen durch Holzasche gedeihen oder genährt werden, so ist auch wahrscheinlich, daß die ätnaische Asche eine ähnliche Wirkung äußert auf den Weinstock." Weiter unterscheidet Strabo vier Materien, die der Aetna auswirft, nämlich Lava, Flammen, Rauch und einzelne glühende Steine. An einer andern Stelle redet er vom Vesuv. — Cornelius Severus hat uns ein Gedicht hinterlassen über den Aetna, das einige sehr gelungene Stellen enthält und von feuriger Einbildungskraft Zeugniß gibt. — Plinius der Aeltere sagt vom Aetna, daß er bei nächtlicher Zeit ein außerordentliches Schauspiel zeige. Sein „Becher" (Krater) habe 20 Stadien — d. h. 12,000 Fuß im Umkreise; die lodernde Asche fliege bis Tauromenium und Catina, und das Krachen vermöge man noch zu hören bei Maro und auf den Zwillings-Hügeln. — Julius Obsequenz erzählt von drei Ausbrüchen des Aetna, wovon der erste sich ereignet im Jahre der Stadt 613, etwa 80 Jahre vor Julius Cäsar; der zweite, von mehr Bedeutung, 618; der dritte endlich im Jahre 627 der Stadt. — Ueber den Vesuv schrieben Mehrere. Vitruv erwähnt, auf Sagen sich stützend, vesuvischer Ausbrüche vor dem Jahre 79. Diodor von Sicilien sagt, die phlegräischen Gefilde nennt man den

Ort, wo ein Hügel, welcher, dem sicilischen Aetna gleich, große Mengen Feuers ausspeit; jetzt heißt er Vesuvius. Dieser Berg bewahrt viele Spuren vormaliger Entzündungen. Diodor versetzt die Giganten in den Vesuv. Seneca gibt Nachricht von der Eruption des Vesuves, welche Herculanum und Pompeji überdeckte. Er schreibt die Katastrophe einer Erderschütterung zu. Plinius der Jüngere schilderte, in dem bekannten Briefe an Tacitus, den Ausbruch des Vesuvs im Jahre 79, bei welchem der ältere Plinius ein Opfer seines Forschungseifers wurde. — Ueber die liparischen Eilande erhielten wir Nachricht durch Theophrastus. Er erzählt in seinen geschichtlichen Denkschriften, daß des unterirdischen Feuers Getöse auf den Inseln des Aolus bis auf eine Weite von 1000 Stadien gehört werde; denn noch bei Taormino vernehme man es, einem fernen Donner gleich. Ueber Stromboli gaben Salmasius und Solinus Kunde, u. s. w.

Im Mittelalter scheint man dem Studium der Naturwissenschaften im Allgemeinen nicht viel Aufmerksamkeit vergönnt zu haben. Von Schriftstellern über vulkanische Berge verdienen nur wenige genannt zu werden.

So u. a. Ptolomäus Lucensis, der 1302 Prior gewesen zu Florenz bei Santa Maria Novella. Er gibt Nachricht von dem auf dem Eilande Ischia stattgefundenen Ausbruche. Ferner findet man bei Aurelius Augustinus Nachrichten über Ausbrüche des Aetna, u. s. w.

Ein besonderer Gegenstand allgemeiner Theilnahme wurden die vulkanischen Phänomene zumal seit der Hälfte des 18. Jahrhunderts; diese Theilnahme mag, so scheint es, vorzüglich dadurch angeregt worden seyn, daß viele Forscher sich veranlaßt sahen zur Mittheilung ihrer Erfahrungen über den neapolitanischen Feuerberg, der seit jener Zeit eine erneute und mehr andauernde Thätigkeit gewonnen. Mehr und mehr erkannte man den entschiedenen Werth, welchen die Untersuchung sämmtlicher Erscheinungen, in der Entwickelung unter-

irdischer Kräfte begründet, und die Deutung aller Phänomene durch vulkanische Gewalten hervorgerufen, für das Vorschreiten geognostisch-geologischer Kenntnisse haben mußten. Die Zeit ging vorüber, wo man die vulkanischen Erzeugnisse gleichsam als außer Verband mit dem allgemeinen System der Erde betrachtete, wo man wähnte, sie seyen nicht geeignet, eines der Geheimnisse in den Anordnungen derselben zu enthüllen. Gegenwärtig ist man zu besserer Ueberzeugung gelangt. Man erkennt den wesentlichen Antheil, welcher jenen Kraftäußerungen am mannigfaltigen Wechsel zusteht, den die Erdoberfläche während eines nicht zu berechnenden Zeitlaufes erfahren hat. Die Katastrophe, welche wir den alten, den erloschenen Vulkanen, jenen, die Basalte hervorbrachten, zuzuschreiben berechtigt sind, gehören ohne Widerrede mit zu den heftigsten Umwälzungen unseres Planeten, ehe die gegenwärtige Ordnung der Dinge eintrat. Haben wir dem Hervortreten basaltischer Gebilde die Emporhebungen vieler Bergketten beizumessen, so können, mit großartigen Ereignissen, wie diese, die Aenderungen kaum verglichen werden, welche durch Vulkane und Erdbeben in der geschichtlichen Zeit entstanden sind. Darum gewährt das Studium erloschener Vulkane hohes Interesse; es ist selbst in mancher Hinsicht wichtiger und belehrender, als die Untersuchung noch thätiger Feuerberge. In mancher Beziehung haben wir jedoch über Natur und Wirkungsweise vulkanischer Mächte nur durch Beachtung der der Phänomene jetzt noch thätiger Feuerberge Aufschluß zu erwarten. Denn selten ist es dem Forscher vergönnt, die schaffende Natur zu belauschen auf ihrem gewohnten, geregelten, ruhigen Gange, im Erzeugen, Bilden und Aendern ihrer Produkte. Bei den Fragen: woher die Natur die ersten Grundstoffe der Felsmassen genommen und wie sie zu Werke gegangen, um daraus zahllose Aenderungen in Anziehungskräften und Mischungsverhältnissen hervorzubringen, um die große Menge und Mannigfaltigkeit ihrer Erzeugnisse zu bilden. Bei solchen Fragen kann man, in nicht seltenen

Fällen, nur das freimüthige Bekenntniß der Unwissenheit ablegen; darum darf der aufmerksame Beobachter nicht unterlassen, bei außerordentlichen, meist durch Zerstörung schreckenden Naturereignissen, wie namentlich die Erscheinungen der Feuerberge es sind, die Gelegenheit zu nutzen, um Aufklärung zu erlangen über die oft in kurzen Zeiträumen vor sich gehenden Aenderungen in der Körpermischung. — Wie wichtig in solcher Hinsicht das Studium erloschener Vulkane sey, davon haben wir bei mehreren Gelegenheiten im Vorhergehenden zu reden Veranlassung gehabt, so u. a. als von den mannigfaltigen Störungen, Aenderungen und Umwandlungen die Sprache war, welche durch basaltische und andere ältere Feuergebilde bedingt worden. Jenes Studium gewährt uns ferner sehr werthvolle Aufschlüsse über die Beziehungen vulkanischer Katastrophen zum Thier- und zum Pflanzenleben alterthümlicher Zeit; denn an so vielen Stellen trifft man gewaltige Haufwerke pflanzlicher Ueberbleibsel und denkwürdiger thierischer Reste unter basaltischen Massen und Strömen begraben. Allein auch in unsern Tagen besitzt die Erde in ihrem Innern, in den Vulkanen, mächtige Mittel zur Bildung und Emportreibung. Die „vulkanischen Phänomene," sagt einer der berühmtesten Naturforscher des Jahrhunderts, „gehören zu den wichtigsten Gegenständen der Geologie nicht allein, sondern der gesammten Physik der Erde." „Brennende Feuerberge scheinen Folgen einer dauernden Verbindung zwischen den im geschmolzenen Zustande befindlichen Erdinnern und dem Dunstkreise, welcher die erhärtete und oxydirte Rinde unseres Planeten umgibt. Lavenlagen sprudeln wie intermittirende Quellen flüssig gewordener Erden hervor; in ihren übergreifenden Streifen wiederholt sich gleichsam unter unsern Augen, obwohl nach sehr verjüngtem Maßstabe, die Bildung krystallinischer Felsarten in frühern und spätern Weltaltern." Bei der ersten Bildung der Erdrinde war der Einfluß vulkanischer Mächte ganz allgemein und höchst wichtig; bei den Umwälzungen, welche jene Rinde später erfahren,

zeigten sie sich noch oft umfassend und groß. Gegenwärtig ist die vulkanische Thätigkeit mehr beschränkt auf einzelne Länder, Gegenden und Orte; allein daß dieselbe im Tiefsten der Erde noch fortdauert, dafür sprechen nicht nur Feuerberge, in neueren Zeiten entstanden, sondern viele andere, damit unverkennbar zusammenhängende Phänomene. Während des letzten Jahrhunderts hatten die europäischen Vulkane — der Vesuv, der Aetna, die isländischen — ungefähr fünfzig beträchtliche Ausbrüche. Manche Eruptionen mögen, ohne daß sie bemerkt worden, im griechischen Archipelagus und in der Nähe von Island unter dem Meere stattgefunden haben. Ergossen einige keine bedeutende Lavenmengen, so floß aus andern mehrere Jahre hindurch fast ohne Unterlaß geschmolzene Materie. Und so gleicht gewissermaßen eine stärkere Eruption manche andere von geringerer Heftigkeit aus. Da nun die thätigen Vulkane Europas etwa den vierzigsten Theil der auf dem Planeten überhaupt bekannten Feuerberge ausmachen, und für ihr Wirken ein Mittelverhältniß angenommen werden kann, so läßt sich feststellen, daß auf der ganzen Erde etwa 2000 Ausbrüche im Verlauf eines Jahrhunderts, oder beiläufig zwanzig in jedem Jahre Statt haben. Sind die Gesteinmassen, welche durch solche Feuerwirkungen an den Tag kommen, auch nicht sehr beträchtlich, so müssen dennoch in den innern Tiefen ohne Unterlaß mehr und weniger bedeutende Aenderungen statthaben. — Das häufigere Vorkommen vulkanischer Phänomene in frühern Zeiten in allen Erdgegenden scheint nach Cordier dadurch erklärbar, daß die erstarrte Rinde einst minder mächtig war und bei einem, auf dieselben einwirkenden Drucke leichter durchbrochen werden konnte; die Laven flossen meist aus Spalten. Je dicker die Rinde wurde, um desto seltner mußten jene Erscheinungen sich zeigen. Das Uebereinstimmende der Laven heutiger Zeit mit den ältesten vulkanischen Erzeugnissen scheint zu beweisen, daß diese Feuergebilde noch immer aus dem nämlichen Behälter kommen, wie vormals.

Die unterirdisch wirkende Thätigkeit der Vulkane ist unter den Kräften, welche noch jetzt unter unsern Augen die Oberfläche der Erde zu verändern trachten, die wichtigste. Durch vulkanische Kräfte haben wir in historischen Zeiten ansehnliche Berge über den Meeresspiegel hervortauchen und das Festland an der Oberfläche zerrissen und sich aufrichten gesehen. Während Erdbeben ganze Provinzen, ja man könnte sagen periodisch ganze Kontinente erschüttern, erheben sich zuweilen zusammenhängende Stücke des Meeresgrundes über die Oberfläche, und alle sie bewohnenden Geschöpfe werden im Augenblicke in der höchsten Fülle ihres Lebens getödtet, wie wir sie in den ältern Schichten der Erde wirklich angetroffen haben. Eben so schnell wie einzelne Theile des Festlandes sich erheben, eben so plötzlich können auch andere in die Tiefe versinken, und die Geschichte bewahrt uns auffallende Beispiele von dem Einstürzen großer Bergmassen, ja ganzer Districte des Festlandes durch die Wirkungen heftiger Erdstöße und vulkanischer Ausbrüche.

Es können sich also eben so leicht auf diesem Wege plötzlich einzelne Theile des Festlandes in Meeresgrund verwandeln, wie wir so eben bereits das Umgekehrte gesehen haben. Die Spalten, welche bei vulkanischen Ausbrüchen sich so häufig in der Erdrinde bilden und welche Berge bis auf ihre Grundfläche zu zerreißen vermögen, gleichen sehr auffallend jenen Felsenthälern, jenen Engpässen, welche sich durch Wassergehalt nicht bilden konnten, und die so auffallende Linearrichtung so vieler steil aufsteigender Gebirgszüge, ihr Parallelismus auf lange Erstreckungen gleichen zu sehr dem linienförmigen Fortlaufe, welchen die auf vulkanischen Spalten hervorgetretenen Kegelberge zeigen, ja beide Erscheinungen stehen oft an der Oberfläche unserer gegenwärtigen Erdrinde in zu inniger Beziehung, als daß wir nicht geneigt seyn sollten, sie mit einander in Vergleichung zu bringen.

Sehr natürlich werden wir also zu schließen geneigt

seyn, daß die ursprünglichen Erhebungen der Kontinente über die Wasserhülle des Erdkernes so mancher plötzliche Wechsel in der Vertheilung des Meeres und Festlandes in der Vorzeit, das Werk sehr energisch erregter vulkanischer Thätigkeiten gewesen sey. Die ältesten Grundlagen unserer Erdrinde, die keine organischen Reste enthält und so viele andere unregelmäßig zwischen die geschichteten eingedrängten Gesteine älterer Zeit, sind im hohen Grade denen ähnlich, welche sich noch heute unter unsern Augen durch Schmelzung in den Vulkanen bilden. Neue Laven gleichen sehr häufig in Beziehung auf ihre Bestandtheile sowohl, als auf die Verhältnisse ihrer Struktur, völlig den alten Graniten, Syeniten und mehr noch den Porphyren, den Grünsteinen und Basalten, und eine große Zahl von andern Erscheinungen erhebt es zur Gewißheit, daß alle diese Gesteine in ältern Perioden der Erdbildung durch damals thätige Vulkane auf analoge Weise erzeugt wurden, wie heut zu Tage noch die Produkte unserer Feuerberge.

Endlich scheint es selbst, als ob auch in den Verhältnissen der Vulkane sich uns ein Fingerzeig für die Ursachen der Veränderung in der klimatischen Beschaffenheit unserer Erde entwickeln könne, welche, wie wir gesehen haben, wesentlich mit zu dem Charakter der früher stattgefundenen Revolutionen gehört. Denn es ist sehr wohl denkbar, daß die Erwärmung ganzer Landstriche, welche vermöge ihrer Stellung gegen die Sonne nur ein kaltes Klima besitzten können, sehr füglich das Produkt eines periodisch gesteigerten vulkanischen Processes seyn konnte, welcher durch uns unbekannte Ursachen plötzlich erloschen ist. Diese Ansicht ist besonders durch Alex. v. Humboldt hervorgehoben worden, welcher sich darüber folgendermaßen ausdrückt: „Wo in der Vorwelt die tiefgespaltene Erdrinde aus ihren Klüften Wärme ausstrahlte, da konnten vielleicht Jahrhunderte lang in ganzen Länderstrecken Palmen und baumartige Farrenkräuter und Thiere der heißen Zone gedeihen."

Wenn nun gleich, wie hier zu weit führende Betrachtungen lehren würden, die vereinte Thätigkeit des Gewässers und der Vulkane noch keineswegs hinreicht, um alle Veränderungen, welche unsere Erdrinde erlitten hat, mit voller Sicherheit zu erklären, wenn auch in manchen Fällen, wie Cuvier sich so trefflich ausdrückt, der Faden der Operationen, welchen die Natur früher verfolgte, zerrissen ist und keins der Agentien, welches sie heute anwendet, mehr auszureichen scheint, um den Zustand ihrer vormaligen Thätigkeit ganz begreiflich zu machen, so geht doch aus dem Gesagten genugsam hervor, daß sich bei unsern Erklärungsversuchen keine andern Thatsachen der oben angeführten in Wichtigkeit an die Seite stellen lassen.

Von den vulkanischen Erscheinungen im Allgemeinen.

Es gibt der größern und überall in ihren Hauptverhältnissen wiederkehrenden vulkanischen Erscheinungen vorzugsweise zwei, welche uns daher hier gesondert zu betrachten obliegt, nämlich ganz im Allgemeinen Erdbeben und vulkanische Ausbrüche. Der innige und nothwendige Zusammenhang beider ist zwar häufig bestritten worden, gegenwärtig indeß bezweifelt man ihn nicht mehr, da ihn unwiderlegliche Thatsachen beweisen, welche wir später betrachten werden. Beide Erscheinungen, wiewohl so wesentlich zu einander gehörig, zeigen sich nichtsdestoweniger zugleich so auffallend verschieden in der Art ihres Auftretens und ihrer Wirkungen, daß wir eine jede derselben hier einer gesonderten Betrachtung unterwerfen wollen.

Von den Erdbeben.

Unter dem Namen der Erdbeben versteht man Bewegungen einzelner Theile der festen Erdoberfläche, welche durch eine von innen nach außen wirkende Kraft

erzeugt worden, deren Werkstätte unsern Sinnen verborgen ist. Es gehören daher keineswegs alle Bewegungen oder Erschütterungen, welche einzelne Theile der Erdoberfläche durch verschiedenartige Ursachen betreffen, in die Klasse der Erdbeben, wohin man sie so häufig zu setzen geneigt ist. Die Erdschütterungen, Bewegungen und Zerspaltungen einzelner Berge und Felsen, welche das Einstürzen von Höhlen oder das Unterwaschen ihrer Grundlage veranlaßt, müssen sorgfältig von den wahren Erdbeben getrennt werden; eben so wenig gehören hierher die Zerreißungen und Erbebungen des Bodens, welche der Druck fließender Gewässer hervorruft, oder die Erschütterungen, welche die Erdoberfläche zuweilen in auffallendem Grade durch die Einwirkung heftiger Stürme, durch Zerplatzen von Meteoren, durch die Kraft der Gewitter erleidet. Alle diese Erscheinungen sind der vulkanischen Thätigkeit fremd, und dürfen daher nicht mit den Erdbeben verwechselt werden, um unser Urtheil über die Natur der vulkanischen Wirksamkeit nicht irre zu führen. Ueberaus häufig, ja bei weitem in den meisten Fällen, äußern sich die Wirkungen der Erdbeben in rasch vorübergehenden und unregelmäßigen Erschütterungen und Schwankungen des Bodens von unbedeutender Stärke. Es sind bei weitem vorwaltend nur leise Erhebungen, welche nur von aufmerksamen Beobachtern oder unter besonders günstigen Umständen bemerkt werden, und welche keine bleibende Spuren ihrer vorübergehenden Wirksamkeit hinterlassen. Zuweilen aber, wenn die Kraftäußernng, welche sie erzeugt, zu größerer Bedeutsamkeit sich erhebt, wenn sie energischer sich entwickelt, entstehen Aufregungen des Bodens auf diesem Wege, welche durch ihre unheilbringenden Wirkungen, indem sie die Werke des Menschen zerstören, ja selbst die Oberflächengestalt ganzer Länder verändern, allen kommenden Generationen unvergeßlich bleiben.

In den Ländern, welche besonders häufig von Erdbeben heimgesucht werden, und zwar ganz besonders in Süditalien, unterscheidet man die Bewegungen des

Bodens, welche durch dieselben erzeugt werden, in drei wesentlich von einander verschiedene Arten. Die Schwankungen sind nämlich entweder:

1) undulatorisch (moto undulatorio), wenn sie sich horizontal fortpflanzen und, indem sie in einer einfachen Richtung fortgehen, den Boden successiv aufheben und niedersenken;
2) succussorisch (aufstoßend, moto succussorio), wenn die Bewegung des Bodens in mehr oder minder vertikaler Richtung stattfindet, indem sie der explodirenden Gewalt einer Mine gleicht, welche das über ihr befindliche Erdreich mit Gewalt in die Höhe schleudert;
3) wirbelnd (drehend, moto vorticoso), wenn die beiden vorhergehenden Wirkungen sich mit einander kombiniren, oder wohl gar sich mehrere gleichzeitige undulatorische Bewegungen von verschiedenen Richtungen durchkreuzen, so daß sich die Oberfläche des Festlandes wie ein von unregelmäßigen Wellenschlägen beunruhigter Meeresspiegel darstellt, dessen Bewegungen durch den Rückstoß von verschiedenartig durcheinander wirkenden Erschütterungen (aneinander prallenden Kräften) verwirrt werden.

Unter diesen wohl von einander zu unterscheidenden Wirkungsarten, welche nicht selten bei einem und demselben Erdbeben in aufeinanderfolgenden Stößen sich vereinigt finden, ist die erstgenannte die häufigste und die unschädlichste; ihr gehören alle die unzähligen Fälle kleinerer Erdbeben an, welche selbst bis in unsern Gegenden nicht gar selten bemerkt werden. Gefährlicher und erschreckender ist die succussorische Wirkung; doch die wirbelnde Bewegung kennen wir fast ausschließlich nur bei den größten und heftigsten Erdbeben, und sie ist es, deren Einwirkungen jene entsetzlichen Verwüstungen anrichten, welche in solchen Fällen unabwendbar zu seyn scheinen; ihr allein endlich widersteht nichts, was menschliche Kräfte für die Dauer bestimmt haben, sie ist es, welche blühende Städte dem Boden gleich macht, welche die Berge spaltet und in

die Thäler wirft, eine der furchtbarsten und tief eingreifendsten Naturerscheinungen.

Mehr oder minder deutlich schildern zahlreiche Beobachter diese eigenthümliche Bewegung des Bodens bei den furchtbaren Erdstößen, welche am 1. November 1755 die Zerstörung von Lissabon nach sich zogen. Von dem nicht minder furchtbaren und nur weniger allgemein verbreiteten Erdbeben, das im Februar und im März 1783 auf eine so unerhörte Weise Süd-Calabrien und Messina verwüstete, wird uns gleichfalls dasselbe ausdrücklich auf eine sehr auffallende Weise beschrieben. Dolomieu, welcher an Ort und Stelle Erkundigungen darüber einzog, sagt sehr treffend, die Bewegungen der Hauptstöße (am 5. Februar 1783) seyen der Beschreibung nach immer wellenförmig und springend zugleich gewesen, und um zu zeigen, wie sie gewirkt haben, sagt er: man könne sich dieß wohl nicht besser vergegenwärtigen, als indem man kleine Würfel von feuchten und locker zusammengeknetetem Sande neben einander auf eine Tischplatte lege, diese dann von unten vertikal in die Höhe stoße und sie gleichzeitig horizontal hin und her bewege. Am 28. März sah man bei diesem berüchtigten Erdbeben ein sehr schönes Beispiel der succussorischen Bewegung; denn nach den Berichten von Hamilton sah man damals sehr deutlich die höheren Theile der Granitberge Calabriens auf- und niederhüpfen, ja man berichtet, daß einzelne Menschen und selbst vereinzelt stehende Häuser plötzlich in die Höhe geschnellt und ohne Schaden selbst an etwas höher gelegenen Punkten wieder niedergesetzt wurden. Dolomieu sagt, daß die Fundamente vieler Häuser, gleichsam wie von der Erdoberfläche ausgespieen, herausgeschnellt, ihre Steine dabei von einander gebrochen wurden, und der Mörtel, welcher sie einschloß, in Pulver verwandelt ward.

Bei dem Erdbeben, welches am 26. März 1812 die Stadt Caracas zerstörte, und dessen Furchtbarkeit wir weiter unten noch näher schildern werden, schien es nach den Berichten Alex. v. Humboldt's, als ob der Bo-

den im Allgemeinen gleichzeitig von zwei auf einander rechtwinkligen Bewegungen (deren eine von Norden nach Süden, eine andere von Osten nach Westen ging) durchkreuzt würde, ein senkrechter Stoß war vorangegangen, und im Momente endlich, welcher die Stadt niederwarf, waren die Bewegungen der Oberfläche von Augenzeugen dem Sprudeln kochenden Wassers verglichen worden. Am schrecklichsten aber scheint diese Art der Bewegung bei dem Erdbeben stattgefunden zu haben, welches am 7. Juni 1692 ganz Jamaica verwüstete. Zu Port-Royal schien nach der Beschreibung eines dortigen Geistlichen die ganze Erdoberfläche flüssig geworden zu seyn. Meer und Festland stürzten sich unregelmäßig durcheinander; die Menschen, welche sich beim Anfange der Erscheinung auf die Straßen und auf die Plätze der Stadt geflüchtet hatten, wurden von den Bewegungen des Bodens ergriffen, niedergestürzt, hin- und hergerollt, wobei Viele aufs Schrecklichste zerquetscht und verstümmelt wurden; Andere dagegen wurden in die Höhe geschnellt und weit weggeschleudert, so daß einige Menschen, welche sich mitten in der Stadt befanden, weit hinaus in den Hafen geworfen wurden, und indem sie ins Wasser fielen, ihr Leben retteten.

Sind die Bewegungen des Bodens nur einfach wagerecht und wellenförmig, so folgen sie meist sehr merkbar irgend einer bestimmt ausgesprochenen Linearrichtung, nach welcher sie sich fortpflanzen. Diese Richtung stets mit Genauigkeit ausmitteln zu können, ist man genöthigt, sich gewöhnlich nur sehr unvollkommener Nachrichten zu bedienen, welche aus der Zeitfolge des Auftretens der Erschütterungen und aus den unzusammenhängenden Aussagen der von ihnen betroffenen Personen entnommen werden; in den gewöhnlichen Fällen sind diese Nachrichten daher auch so zweideutig und unzuverlässig, daß es oft fast scheint, als hätten an einem und demselben Orte die Erschütterungen gleichzeitig nach allen Weltgegenden stattgefunden. Es ist indeß ein für die Kenntniß von den Ursachen der Erdbeben sowohl, als für die der Verbindung der mit ihnen

zusammenhängenden Erscheinungen nicht unwichtiger Gegenstand, zu wissen, ob in den Richtungen ihrer Erschütterungen eine, wenn auch nur für gewisse, beschränkte Theile der Erdoberfläche nachweisbare Gesetzmäßigkeit stattfinde, und man hat deßhalb in den neuesten Zeiten angefangen, hierauf eine besondere Aufmerksamkeit zu richten. Da natürlich die nur auf oberflächlichen Wahrnehmungen erschrockener Personen gegründeten Folgerungen zu leicht aller Zuverlässigkeit entbehren müssen, um über diesen Gegenstand etwas Entschiedenes festzustellen, und da sich in dieselben ferner gar zu leicht bei dem besten Willen auch die Einflüsse mannigfacher Zufälligkeiten einmischen (Construktion der Häuser, Form des Bodens), so hat man versucht, für die Anstellung solcher Beobachtungen geeignete Instrumente einzurichten, welche Sismometer oder Sismographen (von dem griechischen seismos, Erschütterung) genannt und in Italien jetzt häufig gebraucht werden.

Das gewöhnliche, überall angewendete Instrument, welches zugleich auch dazu dienen soll, die Bewohner durch seine schwachen Erzitterungen vor dem Herannahen starker Stöße zu warnen, besteht in einem einfachen, aus Kokonfäden gebildeten, leichten, etwa 3—4 Fuß langen Pendel, welches man gewöhnlich an den Stubenbarometern zu befestigen pflegt. Das am untern Ende desselben befindliche Loch ist mit einer nach unten gerichteten Spitze versehen, und diesem stellt man ein Schälchen voll feinen Sandes gerade so unter, daß die Spitze des Lothes bei Bewegungen auf der Oberfläche dieses Sandes zu schreiben oder Furchen zu ziehen im Stande ist. Es liegt sehr leicht bei etwas specieller Untersuchung am Tage, daß ein so konstruirtes Werkzeug nur sehr wenig für die hier erwähnten Zwecke zu leisten im Stande ist; denn bei der sehr großen Empfindlichkeit dieses Pendels wird dasselbe durch die geringste Veranlassung in nichts entscheidende Kreisschwingungen versetzt werden, und die von dem Erdbeben selbst mit erschütterte Sandmasse wird an ihrer Oberfläche die Spuren der auf ihr eingeschnittenen Linie nur zu leicht wieder auslöschen.

Die im Jahre 1808 nach dem Arrondissement von Pinerolo geschickten Kommissarien Carena, Borson und Vasalli Candi bedienten sich folgender Vorrichtungen, um die Richtung der Erdbeben auszumitteln:

Kugeln von Elfenbein gaben nicht hinlänglich die Direktion der Erdstöße durch die Spur, welche sie durchlaufen, an, da die Unebenheiten des Bodens, auf welchen man sie stellte, zu groß waren; es wurde Anwendung von einem Pendel gemacht, an welches man einen Streifen Papier heftete, welcher leicht gegen die Wand rieb, und durch die kleine Verbiegung zeigte dieser die Richtung seiner Bewegung an.

Wenig zufrieden auch mit dieser Art, die kleinen Stöße zu bemerken, um so mehr, da das Pendel, an einer Wand aufgehängt, nicht in allen Richtungen frei schwingen konnte, machte man Gebrauch vom Wasser, welches mit Kleie bestäubt war. Das Wasser hebt sich durch den Stoß gegen die Wände des Gefässes und hinterläßt hier einen Theil von der Kleie angeklebt. So wurde denn der Staub erhoben an den Wänden des Gefässes in der Richtung der Stöße gefunden.

Ungleich zweckmäßiger ist daher ein von dem Astronomen Cacciatore zu Palermo ersonnenes Sismometer, welches wohl bekannter zu werden verdiente, als bisher geschehen ist. Es besteht dasselbe der Hauptsache nach in einem hinlänglich großen, flachen und kreisrunden Becken, dessen Seitenwände in gleicher Höhe oder in derselben Horizontalebene und in gleichen Abständen von acht Löchern durchbohrt sind; auf der Außenseite umgibt dasselbe ein ringförmiger Wulst, welcher von eben so viel herabführenden Rinnen, die den Löchern entsprechen, durchfurcht ist. Dieß Alles ruht dann mit einem senkrechten Fuße auf einer massiven Scheibe, die zugleich acht kleine Becher trägt, welche unter die Rinnen gestellt werden. Man gießt nun jenes Becken genau bis zum Rande der Löcher voll Quecksilber, orientirt dasselbe wagerecht nach den Weltgegenden, und stellt es wohl verschlossen an einem vor zufälligen Erschütterungen gesicherten Orte auf.

Dieses Instrument ist zu Palermo bisher bei allen seit dem Ende des Jahres 1818 vorgefallenen Erdbeben beobachtet worden, und der verewigte Fr. Hoffmann hatte Gelegenheit, die dadurch gewonnenen Resultate zusammenzustellen; sie sind hinlänglich befriedigend, um seine allgemeine Anwendbarkeit zu bewähren. Von 27 in dem angedeuteten Zeitraume beobachteten stärkeren Erdstößen nämlich zeigte sich in 19 Fällen sehr konstant eine von Osten nach Westen fortgepflanzte Richtung, und Hoffmann glaubte dieselbe mit Recht auf den Herd des Aetna beziehen zu können, dessen Mittelpunkt von Palermo in Osten etwa 21 geographische Meilen entfernt liegt; ja von einigen Fällen ließ sich die Richtigkeit dieser Voraussetzung auch noch durch andere Gründe nachweisen. In andern vier Fällen zeigte sich die Fortpflanzung der Richtungen von Süden nach Norden ohne ermittelbare Ursache; andere vier gaben Südwest und Nordost, und gewiß ist es sehr merkwürdig, daß gerade drei dieser Fälle von dem südwestlich von Palermo gelegenen Entstehungsorte der neuen Vulkaninsel (8. Juli) herkamen, da sie gleichzeitig viel stärker an der dem Vulkane näher liegenden Südküste zu Sciacca bemerkt wurden, und zwar zu einer Zeit, da noch Niemand eine Ahnung von dem so unerwarteten Erscheinen desselben hatte. Uebereinstimmende Beobachtungen mit diesem Instrumente an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche würden sicher unserer Kenntniß von den Richtungen, welche die Erschütterungen der Erdbeben in gewissen Länderstrecken nehmen, und von dem, was darin gesetzmäßig ist, äußerst förderlich seyn; doch bis dahin ist es auch immerhin nicht ganz ohne Interesse, dasjenige zu vergleichen, was sich Glaubwürdiges über diesen Gegenstand bisher hat ausmitteln lassen.

Es ist durch zahlreiche Vergleichungen bewährt, daß eine große Zahl gerade der ansehnlichsten Erdbeben sich an der Oberfläche strahlenförmig mehr oder minder concentrisch um ein gemeinsames Centrum verbreiten, in der Weise etwa, wie die Wellen auf der Oberfläche eines Wasserspiegels, welche durch einen Steinwurf er-

schüttert worden, oder wie die Erschütterungen in den Umgebungen des Explosionspunktes einer Mine sich fortpflanzen. Ueberaus schön ließ sich diese Thatsache in den Verbreitungsverhältnissen des großen Erdbebens von Calabrien (1783) nachweisen, und hier ist sie ganz insbesondere von Hamilton deutlich herausgestellt worden. Der Hauptsitz und auch der Zeit nach entschieden der Anfangspunkt dieser furchtbaren Katastrophe war der südlichste Theil von Calabrien, von der Südspitze Italiens, Capo delle Armi, bis zu der merklichen Verengerung desselben zwischen den beiden Meerbusen von Eufemia und Squillace. Dieser Theil von Italien ist eine von dem übrigen Festlande desselben durch einen weiten, flachen Thalgrund sehr natürlich abgesonderte Berginsel von etwa 24 geographischen Meilen Länge und 6—8 geograph. Meilen mittlerer Breite. In diesem so scharf von der Natur umgränzten Landstriche lag das Centrum des ersten und heftigsten Erdstoßes, welcher die hauptsächlichsten Verheerungen anrichtete, überaus deutlich in der Umgegend des kleinen Städtchens Oppido; denn rings um dasselbe im Umkreise eines Radius von etwa 5½ geopraph. Meilen war von Grund aus Alles zerstört worden. Dörfer, Berge und Städte waren so umgestürzt und durcheinander geschoben, daß von dem früher vorhandenen Zustande kaum eine Erinnerung mehr übrig blieb. Schrecklich freilich noch, doch bei weitem nicht so furchtbar waren die Zerstörungen, welche sich von hier aus bis an die Gränze dieses Landstriches ausdehnten, und unmittelbar an ihm selbst liegt noch namentlich das so sehr mitgenommene Messina, dessen Zerstörung so bekannt ward. Endlich noch weiter, etwa in einem Umkreise von 18 geograph. Meilen Halbmesser, waren die Wirkungen des Erdbebens noch sehr auffallend, und man empfand sie auf den liparischen Inseln sehr deutlich, als von Oppido her sich einstellend; ja selbst von Messina wissen wir durch die uns von Spallanzani gegebenen Nachrichten, daß die Erschütterungen sich sehr deutlich von Calabrien durch die Nordostspitze Siciliens und von dort längs der Küste

bis zur Stadt hin fortpflanzten. Als man dort das gewöhnlich mit Erdbeben verbundene, rasselnde Geräusch vernahm, sah man Calabrien in Staub gehüllt, und die Häuser der Küste Siciliens stürzten deutlich nach einander ein, bis die Schwankungen auch die prächtige Reihe von Palästen erreichten, welche die Einfassung des Hafens (la Pallazzata genannt) zierten. Dolomieu schildert uns mit sehr eindringlichen Worten die Verschiedenartigkeit der Verwüstungen, welche sich im Centrum von Calabrien und am Rande dieser Erdbebensphäre darboten, mit folgenden Worten:

„Ich hatte Messina und Reggio gesehen, und ihr Schicksal hatte mich tief betrübt; ich hatte hier kein Haus mehr finden können, das noch bewohnbar gewesen wäre und welches nicht hätte von den Fundamenten aus wieder neu müssen hergestellt werden; aber am Ende existirt doch noch gleichsam das Skelett dieser beiden Städte; der größte Theil ihrer Mauern steht noch aufrecht, und man sieht noch, daß beide Städte einst da waren. Messina zeigt selbst noch, aus einer gewissen Entfernung betrachtet, ein unvollkommenes Bild seines alten Glanzes. Ein jeder erkennt dort noch sein Haus wieder, oder doch den Ort, wo es gestanden hat. Ich sah Tropea und Nicotera, wo nur wenig Häuser von den ärgsten Beschädigungen frei blieben, während die andern alle zerstört sind, und meine Vorstellung über das Unglück dieses Landes schien mir vollständig. Aber als ich von einer Anhöhe auf die Ruinen von Polistena herabsah, auf den ersten Ort, welchen ich im Innern (der Piana) erblickte, als ich dort die Steinhaufen betrachtete, welche keine Gestalt mehr besitzen und keine Idee mehr von dem vormaligen Zustande dieses Ortes errathen lassen; als ich sah, daß kein Haus von der Zerstörung frei geblieben und Alles dem Boden gleich gemacht war; da ergriff mich eine Empfindung von Grauen, von Mitleiden und Schaudern, welche für einige Augenblicke alle meine Kräfte lähmte, und doch war dieses Schauspiel nur eine Vorbedeutung dessen, was ich im Fortlaufe meiner Reise noch sehen sollte.“

„Der Eindruck, welchen Messina auf mich machte, war von ganz anderer Art. Seine Ruinen machten mich weniger betroffen, als die Einsamkeit und das Schweigen in seinen Mauern. Man wird durchdrungen von einem melancholischen Schrecken, von tiefer Traurigkeit, wenn man durch die Straßen einer großen Stadt streicht, ohne einem lebenden Wesen zu begegnen, ohne daß eine Stimme an unser Ohr dringt, ohne ein anderes Geräusch zu hören, als etwa das eines an der Mauer hängen gebliebenen Thür- oder Fensterflügels, welchen der Wind bewegt. Man fühlt sich dabei mehr beklommen als erschrocken. Das Unglück scheint direkt auf das Menschengeschlecht herabgestürzt zu seyn, und es scheint, als ob die Ruinen, welche man sieht, nur eine Folge der Entvölkerung seyen. So sieht auch eine Stadt aus, welche die Pest verwüstete."

Ganz in ähnlicher Weise war auch das Erdbeben von Lissabon ein sehr deutlich centrales, dessen Mittelpunkt unglücklicher Weise der volkreichen Hauptstadt sehr nahe lag; denn gleichzeitige Beobachter erzählen, daß die an der Mündung des Tajo bemerkten heftigen Stöße zu Colares, sehr deutlich von Lissabon herkommend, bemerkt wurden, noch bevor man von der Katastrophe der Hauptstadt etwas erfahren hatte; auf den Azoren (Madeira) erscheinen diese Erschütterungen gleichzeitig von Norden her, in den Antillen und an den Küsten des mexicanischen Meerbusens von Nordost; in England ward zuerst sehr deutlich die Südküste und diese auch bei weitem am stärksten erschüttert; nur in der Schweiz zeigten sich Unregelmäßigkeiten, indem uns erzählt wird, daß die Stöße zu Brieg in Wallis von Norden nach Süden, die zu Neufchatel von Westen nach Osten gingen. Hier mag indeß die dazwischen liegende Alpenkette wohl verändernde Einflüsse geübt haben.

Bei dem furchtbaren Erdbeben, welches im Jahr 1746 am 28. Oktober Lima und seine Hafenstadt Callao von Grund aus vernichtete, war, den Berichten zufolge, diese Umgegend sehr deutlich der Mittelpunkt der Be-

wegungen, welche sich von dort aus längs den Küsten des Oceans gleichmäßig gegen Norden und Süden hin ausbreiteten; denn es wird ausdrücklich bemerkt, daß die am Strande ausgestellten Wachtposten die Erschütterungen successiv immer schwächer und auch wohl später spürten, je weiter sie von Callao entfernt standen.

Endlich will ich nur noch eines vor Kurzem in unserer Nähe vorgefallenen Erdbebens erwähnen, welches die Erscheinungen der Verbreitung von einem Centrum aus ungemein schön zeigte; es ist das am 23. Februar 1828 am Rhein und in den Niederlanden vorgefallene, von welchem wir eine sehr lehrreiche Beschreibung mit Uebersichtskarte von Egen, und eine sehr ausführliche Darstellung von Nöggerath besitzen. Man ersieht daraus, daß die stärksten und frühesten Wirkungen sich in der Gegend von Brüssel, Waterloo, Lüttich und Mästricht in einem Raume zeigten, welcher die Form eines von Westen nach Osten gedehnten Ellipsoïdes hat. Die Stöße pflanzten sich von dort aus strahlenförmig und mit zum Theil äußerst deutlich beobachtbaren Richtungen fort, gingen namentlich das Rhein- und das Maasthal hinauf und reichten in Osten bis nach Soest in Westphalen, in Westen bis nach Middelburg und Vließingen.

Ungemein häufig jedoch bemerkt man gleichfalls, daß die Fortpflanzung der Erdbeben, anstatt central, linear ist und sich an eine sehr bestimmt vorgezeichnete Richtung hält, und zwar sind es gewöhnlich die Gebirgsketten, welche in dieser Beziehung einen sehr bemerkbaren Einfluß üben. Das schon früher von uns hervorgehobene Hauptstreichen derselben nach gewissen Weltgegenden ist merkwürdiger Weise auch die Richtung der in ihnen auftretenden Erdbeben; und so wie wir die erste Grundursache desselben in dem Aufbersten der Erdrinde durch vulkanische Kräfte erkannt haben, so sehen wir auch noch die gegenwärtig sich zutragenden unbedeutenden Versuche ähnlicher Art genau wieder derselben Richtung folgen. Sehr selten ist es, daß Erdbeben über Bergketten in transversaler Richtung sich

fortpflanzen, und sie halten sich daher entweder innerhalb derselben oder an einem ihrer Abhänge.

Ein sehr ausgezeichnetes und merkwürdiges Beispiel dieser Thatsache zeigt uns wiederum das Erdbeben von Calabrien; denn nach einstimmigen Zeugnissen hielt sich dasselbe insbesondere auf der Westseite der diesen Theil des Landes von Südwest nach Nordost durchlaufenden hohen Bergkette; auf der Ostseite, dem entgegengesetzten Abhange, schien es nur in schwachem Nachklange zu wirken, denn der dort angerichtete Schaden war ganz unbedeutend. Merkwürdig aber ist noch eine andere von Dolomieu zuerst mitgetheilte Wahrnehmung bei demselben. Auf den ersten und zugleich furchtbarsten aller Stöße, am 5. Februar, welche dieses Erdbeben bezeichneten, folgten in der ganzen Periode desselben hauptsächlich noch zwei andere von besonderer Bedeutung, nämlich am 7. Februar, und der letzte und sehr heftige am 28. März; diese beiden Erschütterungen aber gingen sehr deutlich nicht mehr von dem früher bezeichnenden Centrum bei Oppido aus, sondern der Mittelpunkt des zweiten war um etwa 4—5 Meilen weiter nach Nordost in die Nähe von Soriano gerückt, und der dritte hatte seinen Sitz wieder 5—6 Meilen weiter nördlich bei Girifalco, unmittelbar auf dem Isthmus zwischen dem oben genannten Meerbusen; derselbe wurde gleichzeitig sehr stark in Messina empfunden, ohne daß das zwischenliegende Calabrien davon besonders wäre afficirt worden. Wenn man nun aber die Orte Oppido, Soriano und Girifalco in ihrer gegenseitigen Lage betrachtet, so sieht man sehr bald, daß sie fast genau in einer von Südwest nach Nordost gerichteten Linie liegen, welche dem Streichen der hohen Bergkette von Aspromonte parallel läuft, und wir können also nicht umhin, diese Erscheinung mit der Bildung einer Spalte längs dem Gebirge zu vergleichen, auf welcher an verschiedenen Punkten und zu verschiedenen Zeiten die von innen wirkenden Kräfte sich Luft zu machen strebten; gerade wie Aehnliches bei der reihenförmigen Anordnung der vulkanischen Berge eintritt. So wie hier sich also eine

sehr bestimmte Andeutung eines Zusammenhanges zwischen den Richtungen der Erdbeben und den Streichungslinien der Gebirge findet, so ist dieselbe Erscheinung noch aus vielen anderen Gegenden bekannt geworden.

Die in den Pyrenäen häufigen Erdbeben hat Palassou sorgfältig beschrieben, und er bemerkt ausdrücklich dabei, daß dieselben ganz gewöhnlich der so sehr deutlich ausgesprochenen Kettenrichtung des Gebirges von Westnordwest nach Ostsüdost folgen, und zwar am häufigsten an der Südseite, seltener innerhalb der Kette und auf der Nordseite. So wurde durch einen sehr interessanten Bericht von Gray über das Erdbeben, welches am 18. November 1795 in England stattfand, nachgewiesen, daß eine deutliche und langsame Fortpflanzung desselben von Südwest nach Nordost stattgefunden habe, und gerade dieß ist auch die Hauptstreichungslinie der englischen Gebirgsreihen. Ungefähr dieselbe Richtung haben nach Gray auch einige frühere englische Erdbeben genommen, wie diejenigen vom 30. September 1750, 14. September 1777 und 25. Februar 1792. Auch bei dem oben angeführten Erdbeben in den Niederlanden vom Februar 1828 ist es den Berichterstattern aufgefallen, daß die Hauptlängenerstreckung des erschütterten Landstriches dem Streichen des belgischen Thonschiefergebirges, seiner Gränze mit dem aufgelagerten jüngeren Gebirge und des Steinkohlengebirges folgte. Alle zwischen Namur und Aachen von diesem Erdbeben hart betroffenen Orte liegen in dem Streichen dieses Steinkohlengebirges; auch die Orte, an welchen das Erdbeben auf dem rechten Ufer des Rheines fortsetzend bemerkt wurde, liegen auf der Fortsetzung desselben, wie Essen, Dortmund, Soest.

Was wir indeß von den Richtungen der Erdbeben in unserm Welttheile zwar deutlich, aber doch immer nur in großen räumlichen Beschränkungen bemerkt haben, das zeigt sich mit merkwürdiger Constanz und im großartigsten Maßstabe in den Aequatorialgegenden Amerika's wieder. Dort gibt es hauptsächlich zwei Gebirgslinien, welche den Wirkungen der verheerendsten Erd-

bebenkatastrophen in mehrfach wiederholten Zeiträumen unterworfen erscheinen; die eine ist das Gebiet jener mächtigen Kordillerenkette, welche in der Hauptrichtung von Süden nach Norden (oder von Südsüdost nach Nordnordwest), von Chili durch Peru an der Küste mit mehrfach verändertem Charakter bis weit über Mexico hinaus fortsetzt; die andere dagegen ist der Seitenzweig dieses großen Gebirges, welcher in nahe darauf rechtwinkliger Richtung mit der Insel Trinitad anfängt und von dort aus längs den Küsten von Neu-Andalusien, Venezuela, Caracas nach Neu-Granada reicht, und welche A. v. Humboldt mit dem Namen der großen Küstenkette von Venezuela belegt hat. Aus beiden Gebieten sind uns genaue Beschreibungen von furchtbaren Erdbebenkatastrophen bewahrt, und wir dürfen hierbei nur an die in der Geschichte der Erdbeben so folgereichen Namen von Lima, Callao, Riobamba, Quito, Pasto, Cumana, Caracas erinnern, bei deren Erschütterungen zuweilen bis 40000 Menschen auf einmal den Tod fanden. Von allen diesen Erdbeben aber ist es sicher und deutlich erwiesen, daß sie nicht nur in ihren Hauptwirkungen auf das Gebiet dieser Bergketten und deren muthmaßlichen Verbindungen mit den Antillen beschränkt waren, sondern daß sie auch genau den Richtungen derselben, und zwar insbesondere an den Küstenrändern gefolgt sind.

So wird von dem furchtbaren Erdbeben, welches im Jahre 1746 Lima und seine Hafenstadt Callao zerstörte, ausdrücklich berichtet, daß es von dem Hauptpunkte seiner Zerstörungen sich deutlich nach den Aussagen der Wachtposten längs der Küstenlinie von Norden nach Süden und von Süden nach Norden hin fortpflanzte. Von dem letzten großen Erdbeben, welches jene Gegenden betraf, dem vom 20. November 1822, welches durch die bleibende Erhebung jener Küste so merkwürdig wurde, sagt eine unterrichtete Beobachterin, Miß Graham, man habe dabei die Empfindung gehabt, als ob der Boden in der Richtung von Norden nach Süden plötzlich gehoben und dann schnell wieder niedergesenkt würde. Bei dem Erdbeben, welches am 14. December 1797 Cu-

mana zerstörte, führt Alex. v. Humboldt ausdrücklich an, daß die Fortpflanzung der Zerstörungen in der Richtung der Küste oder der ihr parallel streichenden Gebirgskette erfolgte; eben so pflanzten sich die Zerstörungen bei der Katastrophe von Caracas, den 26. März 1812, am stärksten in einer Linie von Ostnordost nach Westsüdwest, und zwar hier nicht mehr so längs der Küste, sondern im Innern der Gebirgskette fort, so weit ihre Centralkette besonders aus Gneis und Glimmerschiefer gebildet wird. Aber nicht nur theilen sich zuweilen an den Küsten des stillen Meeres die Erschütterungen der ganzen Basis der Kordilleren, von Chili bis nach Guayaquil, auf einer Längenausdehnung von etwa 300 Meilen fast augenblicklich mit, sondern wenn man die Zeitfolge der in diesem Gebiete von Chili bis Mexico vorgefallenen Erdbebenereignisse in Verbindung mit Ausbrüchen berücksichtigt, findet man deutlich darin die fortschreitenden Wirkungen einer innern Thätigkeit, welche langsam in gewissen Zeiträumen von Süd nach Nord, und dann einmal wieder in entgegengesetzter Richtung von Centrum zu Centrum unter der Gebirgsmasse fortrückt.

Von Fällen, in welchen Erdbeben quer über Gebirgsketten sich fortpflanzten, lassen sich, wie wir oben schon bemerkt haben, nur wenige und meist nur unbedeutende anführen. Quer über die Alpenkette sind Erschütterungen wohl nur höchst selten beobachtet worden, unerachtet die Südküste derselben an Erdbeben so reich ist. Dagegen ereignete sich ein sehr auffallendes Beispiel von dem Uebersetzen eines Erdbebens über die Apenninenkette zwischen dem 8. bis 10. Oktober 1828 in starken Stößen, deren vorwaltende Richtung von Nordost nach Südwest, von Voghera über die Bocchetta nach Genua stattfand. Als Alex. v. Humboldt zu Cumana war, erlebte er dort am 4. Nov. 1801 ein Erdbeben, dessen Richtung ausnahmsweise quer über die Küstenkordilleren von Nord nach Süd ging. v. Hoff hat uns endlich auf eine ähnliche Erscheinung in den Tyroler Alpen aufmerksam gemacht, indem nämlich dort

ein Erdbeben am 23. und 24. Juni 1826 quer auf die Richtung des südlichen Theiles derselben in linearer Richtung von Brixen bis Mantua fortsetzte, wobei offenbar die weit geöffnete Spalte des Etschthales die Gelegenheit zur leichten Verbreitung darbot. Höchst wahrscheinlich dieselben Erschütterungen sind indeß auch zu Zürich verspürt worden. Die oben erwähnte große Querspalte von Mexico zeigt am großartigsten eine solche quer auf das Gebirge gerichtete Kraft.

Von anderen, wie es scheint, mehr zufälligen Richtungen, läßt sich nur anführen, daß am 10. Februar 1822 in einem großen Theile von Frankreich ein Erdbeben bemerkt wurde, das über Lyon nach Paris sich genau in der Richtung des magnetischen Meridians fortpflanzte.

Die Dauer, während welcher einzelne Erschütterungen des Bodens an derselben Stelle verweilen, ist im Verhältniß zu den Wirkungen, welche sie ausüben, ausnehmend gering, und es scheint fast, als ob beide Größen mit einander in umgekehrtem Verhältnisse ständen. Die verheerendsten Stöße, welche Tausenden den Untergang brachten, blühende Städte und Provinzen zerstörten, sind fast immer das Werk eines Augenblickes gewesen, und um so fürchterlicher daher ist der Schrecken, welchen sie in den Gemüthern der Menschen zurücklassen. Die Stadt und Provinz Caracas wurde nach Alex. v. Humboldt's Zeugniß durch drei kräftige Stöße, deren jeder etwa drei bis vier Secunden anhielt, zerstört. Das Ganze drängte sich in den Zeitraum von noch nicht einer Minute zusammen, welche mehr als 20000 Menschen das Leben kostete. In Calabrien waren es am 5. Febr. 1783 nach Dolomieu etwa nur zwei Minuten, während welcher in der oben angegebenen Ausdehnung Alles niederstürzte; ja es ist selbst wahrscheinlich, daß die Zeit, wie gewöhnlich in solchen Fällen, noch beträchtlich größer angegeben wurde, als sie wirklich war. Bei dem oben angeführten Erdbeben von Jamaica, 1692, war der Aussage nach Alles in drei Minuten vollendet, und diese Schnelligkeit reichte hin, um die ganze Insel so umzu-

wandeln, daß auf ihr keine Landschaft das alte Ansehen behalten hatte. Bei dem Erdbeben von Lissabon dauerte die ganze Haupterscheinung nach den Angaben von Wolfall etwa fünf Minuten; der erste Stoß, welcher die großen Kirchen und namentlich auch das Inquisitionsgebäude niederwarf, hielt etwa fünf bis sechs Secunden an, und diesem folgten dann nach einigen Minuten blitzesschnell zwei andere, welche die Zerstörung vollendeten.

Zuweilen, und unstreitig wohl der schrecklichste Fall ist der, wenn diese augenblicklichen Verheerungen ohne alle Vorboten eintreten, wie denn überhaupt, was wir später noch mehrfach beleuchten werden, die von so vielen Schriftstellern ängstlich aufgesuchten und vermeintlich nachgewiesenen Vorzeichen der Erdbeben sehr ungewiß zu seyn scheinen. So war der erste Erdstoß von Lissabon ohne alle Vorboten; er trat etwa um 9 Uhr 40 Minuten Vormittags ein, als des Allerheiligenfestes (am 1. Nov.) wegen ein großer Theil der Bevölkerung in den Kirchen versammelt war, und dieß bereitete 30000 Menschen einen plötzlichen Untergang. Ganz derselbe Fall war es nach Dolomieu auch mit dem ersten Erdstoße in Calabrien, eben so 1746 in Lima. Gewöhnlich aber pflegen einem stärkeren Stoße immer erst einige kleine Erzitterungen des Bodens vorauszugehen, welche sehr oft nur von Wenigen bemerkt werden, und doch gewöhnlich noch zeitig genug, daß die in ihren Wohnungen Befindlichen dieselben verlassen und vor dem Einsturze der Häuser sich sichern können. In Ländern, welche häufig von Erdbeben beunruhigt werden, ist es daher Sitte, bei dem leisesten Gefühle von Erzitterungen des Bodens die Flucht zu ergreifen, und Alex. v. Humboldt bemerkt, daß, wenn in Cumana, Caracas u. s. w. Jemand auf der Straße eine Erzitterung des Bodens bemerkt, er sogleich durch lautes Geschrei die in ihren Häusern Beschäftigten darauf aufmerksam zu machen sucht, worauf dann Alle herausstürzen. Ganz ähnlich ist es bereits in Sicilien, wo man bei leisen Erzitterungen durch Glockengeläute die Aufmerksamkeit erregt.

Eine der wenigen Erscheinungen, welche fast immer die Erdbeben begleiten und sie oft ganz kurz vorher ankündigen, besteht in einem eigenthümlichen unterirdischen Geräusch, welches fast überall, wo seiner Erwähnung geschieht, von derselben Beschaffenheit zu seyn scheint. Es besteht dieses Geräusch aus dem rollenden Tone einer aneinander hängenden Reihe von kleinen Explosionen, und man vergleicht es oft dem Rollen des Donners, wo es in geringerer Stärke stattfindet, mit dem Rasseln vieler Wagen, welche hastig über ein holpriges Steinpflaster fahren. Nach Alex. v. Humboldt's Wahrnehmungen besteht es bisweilen in einzelnen, mehr oder minder schnell folgenden Detonationen, welche mit Kanonenschüssen oder mit dem dumpfen Knall einer platzenden Mine verglichen werden. In Peru scheint die Stärke dieses eigenthümlichen Schalls in geradem Verhältnisse mit der Stärke der darauf folgenden Erschütterungen zu stehen; dasselbe erzählt man auch von Calabrien, wo man diese gefürchtete Erscheinung il rombo nennt. Auch bei fast allen minder bedeutenden Erderschütterungen ist ein solches Geräusch ausdrücklich bemerkt worden, namentlich bei dem von 1828 in den Niederlanden. Bei dem Erdbeben in Schweden (November 1823) hörte man dieses Geräusch selbst in den Straßen von Stockholm; aber am stärksten war es in der westlich von dort gelegenen Provinz Wermeland, am Nordrande des Wenern-Sees.

Daß dieses Geräusch, wie man zuweilen wohl geglaubt hat, sich nicht durch die Luft, sondern unterirdisch fortpflanzt, geht schon daraus hervor, daß es wirklich oft in ansehnlichen Tiefen unter der Erde, in den Bergwerken, mit besonderer Stärke vernommen wurde. In Südamerika ist es zugleich eine ganz allgemeine Erfahrung, daß man dieses Geräusch ganz besonders stark aus den Oeffnungen der Brunnen hervortönen höre.

Sehr merkwürdig aber ist es, daß man oft an sehr weit von einander entfernten Orten dasselbe Geräusch mit auffallend gleicher Stärke wahrnimmt, während, wenn dasselbe ein durch die Luft fortgepflanzter Gewit-

terkon wäre, es sich mit der Entfernung von dem Orte seiner Entstehung doch allmählig schwächen müßte.

Als nämlich im Jahre 1812 nach dem Erdbeben von Caracas der Vulkan der Insel St. Vincent auszubrechen begonnen hatte und diese Insel gleichzeitig von heftigen Erdbeben heimgesucht ward, hörte man am 30. April fast in der ganzen Provinz Venezuela, auf einem Flächenraume von etwa 2200 geographischen Quadratmeilen, ein unterirdisches Donnern, und zwar fast überall, oft an den entferntesten Punkten von gleicher Stärke. Zu Calabozo in den Steppen (Llanos), so wie zu Caracas, an zwei Orten, welche etwa 50 Meilen auseinander liegen, nahm man dasselbe in der ersten Bestürzung für Kanonendonner, und traf Maßregeln, sich beim Anrücken eines vermeintlichen Feindes zu vertheidigen, und doch liegt St. Vincent von dem Rio Apure in den Steppen etwa 210 Stunden in gerader Linie entfernt.

Ganz ähnlich war die Fortpflanzung eines unterirdischen Donners, welchen Alex. v. Humboldt auf seiner Ueberfahrt aus Guayaquil in Columbien nach Mexico erfuhr; man wurde nämlich dort weit hinaus im Meere durch ein heftiges, aus der Tiefe heraufsteigendes Getöse erschreckt, und man erfuhr erst später, daß dieß die Wirkungen von Erdstößen gewesen seyen, welche die Ausbrüche des Cotopaxi begleiteten; der Cotopaxi aber lag von der Stelle, an welcher sie sich damals befanden, über 50 geograph. Meilen entfernt. Man hatte dasselbe Geräusch gleichzeitig etwa in 45 Stunden Entfernung nördlich von dem Berge in der Stadt Honda am Rio de la Magdalena vernommen, und man hielt es dort für Kanonendonner, indem man glaubte, daß die Engländer Carthagena bombardirten.

Dieses unterirdische Geräusch stellt sich nicht selten, auch ohne merkbare Erderschütterungen, oft sehr lebhaft und lange anhaltend ein. Schon die Alten kannten diese wunderbare Erscheinung unterirdischer Gewitter; namentlich finden wir dieselben bei Aristoteles und bei Plinius erwähnt.

Alex. v. Humboldt spricht an mehreren Stellen

seiner Werke von einem sehr merkwürdigen unterirdischen Donner, welcher 1784 zu Guanaxuato stattfand; er hielt vom 9. Januar bis 12. Februar an, und scheint fast ohne alle Unterbrechung gewesen zu seyn. Da er niemals eine Erderschütterung zur Folge hatte, so gewöhnte man sich bald an diese Erscheinung, wie bei uns an die Gewitter im Sommer. Derselbe beschränkte sich nur auf einen sehr unbedeutenden Raum; denn etwa drei Meilen von Guanaxuato hörte man nichts mehr davon. Auf der Hochebene von Quito sind diese rollenden Töne, welche die Spanier Bramidos nennen, eine sehr häufige Erscheinung; gewöhnlich folgen denselben zwar wirkliche Erdstöße, doch sind diese fast immer so unbedeutend, daß Niemand sich beim Anhören des Geräusches beunruhigt. Als Alex. v. Humboldt und Bonpland dort waren, kamen die Donner ihrer Meinung nach von der Basis des großen Pichincha und hatten gewöhnlich nach 2 bis 3, ja wohl auch erst nach 4 bis 8 Minuten eine Erschütterung zur Folge; diese war aber so leicht, daß man bald nicht mehr daran dachte, das Bett zu verlassen, wenn diese Bramidos den Schlaf störten.

Eine ganz ähnliche Erscheinung berichtet der bekannte Reisende Burchell vom Cap der guten Hoffnung; er wurde in der Capstadt durch zwei heftige Explosionen erschreckt, welche man allgemein in der Bestürzung für Kanonenschüsse oder für die Explosion eines Pulvermagazines hielt, wiewohl es sich nachher zeigte, daß sie unterirdisch gewesen seyn mußten; eine Erschütterung hatten sie nicht zur Folge.

Unstreitig eines der merkwürdigsten Beispiele dieser Art ereignete sich auf einer der dalmatischen Inseln, Meleda, etwa vier Meilen von Ragusa entfernt. Dort hörte man nämlich zuerst im März 1822 ein Knallen, wie von entfernten Kanonenschüssen, und man hielt es im Anfange bald für eine zur See, bald für auf dem Festlande von Bosnien vorgehende Kanonade; als indeß die Erscheinung nicht aufhörte und man die Wahrnehmungen der Nachbarn vergleichen konnte, überzeugte

man sich endlich mit Schrecken, daß die Ursache dieses Getöses unter der Insel selbst ihren Sitz haben müßte. Dasselbe stellte sich auch fortwährend in unregelmäßigen Zeiträumen wieder ein und hatte bald selbst einige unbedeutende Erdstöße zur Folge, deren einer einmal (den 23. Aug. 1823) ein Stück Fels von dem Gipfel des Veliki-Grad, eines der bedeutendsten Berge der Insel, herabstürzte. Zuweilen schwieg es mehrere Monate (vom September 1822 bis zum März 1823), doch als es selbst nach Jahresfrist noch wiederkehrte und dann und wann Erdstöße verursachte, geriethen die Bewohner der Insel in große Bestürzung; es verbreitete sich die Meinung, daß ein Vulkan hier ausbrechen wolle, und die von der Regierung befragten Lokalbeamten drangen darauf, daß man Mittel suchen möge, die ganze Bevölkerung dieser Insel, von etwa 900 Menschen, von derselben weg auf das Festland von Dalmatien überzusiedeln. Dieser Plan veranlaßte die Absendung zweier Naturforscher, Franz Riepel und Paul Partsch aus Wien, im September 1824. Beide verweilten einen Monat auf der Insel, und während ihrer dortigen Anwesenheit fielen an sieben Tagen Detonationen vor; eine derselben war selbst mit einer schwachen Erderschütterung verbunden. P. Partsch lieferte einen sehr umsichtig abgefaßten Bericht von der Erscheinung, aus welchem hervorgeht, daß zu ernsten Besorgnissen kein Grund vorhanden sey. Uebrigens hörten die Detonationen keineswegs auf, sondern sie dauerten nach den letzten darüber vorhandenen Nachrichten noch bis zum Februar 1826.

Es gehört unstreitig zur Charakteristik der Erdbeben, daß, so vorübergehend auch das Auftreten ihrer Wirkungen ist, sie dennoch da, wo sie einmal begonnen haben, gewöhnlich nicht so bald wieder aufhören. Wir haben kein Beispiel irgend eines bedeutenden Erdbebens, auf welches dieser Ausspruch sich nicht im vollesten Sinne anwenden ließe; bei allen wiederholten sich die Stöße nach dem ersten Erscheinen mehr oder minder häufig, entweder successiv abnehmend mit der Zeit, oder

sich wechselweise verstärkend und schwächend, in mehrfacher Wiederkehr. Einige Beispiele mögen diese Wahrheit erläutern.

Alex. v. Humboldt berichtet, daß, als am 21. Oktober 1766 Cumana von einem furchtbaren Erdbeben heimgesucht und in wenigen Minuten zertrümmert wurde, die Erde nachher noch 14 Monate lang in fast ununterbrochenem Erzittern begriffen war. Fast von Stunde zu Stunde folgten sich neue Stöße, und die unglücklichen Bewohner, welche diese ganze Zeit unter freiem Himmel gelebt hatten, wagten es erst wieder, Hand an den Aufbau ihrer Häuser zu legen, als die Erschütterungen sich nur noch von Monat zu Monat wiederholten.

Bei dem Erdbeben von Lissabon war zwar die Hauptkatastrophe mit den ersten Stößen am 1. November 1755 vollendet; doch zählten die auf den Feldern gelagerten Einwohner noch bis zum 18. November 22 mehr oder minder starke Stöße, ja einige derselben waren sehr heftig, und noch am 9. December wiederholte sich ein Stoß, welcher an Stärke den ersten wenig nachgab.

Von Messina wird uns durch Spallanzani berichtet, daß im Anfange des Erdbebens vom 5. bis zum 7. Februar 1783 fast ein ununterbrochenes Zittern des Bodens stattfand; da folgte an diesem Tage ein neuer heftiger Stoß, was von beschädigten Häusern etwa noch stehen geblieben war, wurde durch ihn niedergeworfen. Damit endigten indeß noch keinesweges die Erschütterungen. Fast täglich kehrten sie in der ersten Zeit wieder; der 28. März war von Neuem ausgezeichnet und würde sehr vielen Schaden angerichtet haben, wenn nicht schon Alles in Trümmern darniedergelegen hätte; sie verloren sich erst nach einem Jahrzehent völlig. Denn als Spallanzani 1788 dorthin kam, empfand man nicht selten einzelne Stöße, sie schienen selbst in den folgenden Jahren wieder häufiger zu werden; so erzählte man noch einmal wieder am 10. Mai 1792 etwa dreißig Erdstöße in 24 Stunden. Spallanzani schildert die moralischen Folgen dieses Zustandes, wie das aus dieser steten Wiederholung her-

vorgehende Bewußtseyn einer unsichern Existenz nachtheilig auf den sittlichen Charakter der Bewohner solcher Gegenden wirkt, und wie sich in ihren Handlungen die Folgen steter Spannung, Furcht und Niedergeschlagenheit abspiegeln, welche zuletzt völlige Abstumpfung zur Folge haben.

Ganz eben so war es um dieselbe Zeit in Calabrien, und dieß selbst noch in höherem Grade. Man empfand dort gleichzeitig die zu Messina genannten Hauptstöße, und nach einem von Pignatara zu Montelione geführten Verzeichnisse fanden allein im Jahre 1783 bis 949 Stöße statt, wovon 98 von ernster Bedeutung waren. Nach dem sehr fleißigen Verzeichnisse von Vivenzio waren vom 4. Februar bis Ende August desselben Jahres, in einem Zeitraume von 216 Tagen, im Ganzen 148 Tage angegeben, an welchen Erdstöße bemerkt wurden, und unter diesen an einem Tage oft sehr viele.

Als Jamaica am 7. Juni 1692 zerstört wurde, hielten die heftigen Erschütterungen noch 13 Tage an, und wiederholten sich täglich fünf- bis sechsmal.

Mit der furchtbarsten Energie aber, welche wir kennen, ist dieß Verhältniß in Lima bemerkt worden, wo die Erdbeben so sehr häufig sind. Diese Stadt und ihr Hafen Callao wurden seit historisch bekannten Zeiten zweimal, am 19. Oktober 1683 und am 28. Oktober 1746, fast von Grund aus zerstört. Bei der Katastrophe, erzählt Pater Frezier, wiederholten sich die Erdstöße in dem Zwischenraume von 7 — 8 Minuten, und man erzählte selbst in 24 Stunden gegen 200 von der heftigsten Art.

Als Caracas am 26. März 1812 zerstört ward, zählte man anfänglich bis 15 Stöße am Tage, und das Erdbeben dauerte bis zum 5. April; ja an diesem letzten Tage fiel noch ein Stoß vor, bei welchem in den benachbarten Gebirgen große Felsmassen losgerissen wurden und von welchem man glaubte, daß er den gegen 3000 Fuß hohen Gipfel der Silla de Caracas um wenigstens 800 Fuß erniedrigt habe, ein Umstand, welcher

sich jedoch durch die später erfolgte Messung von Boussingault nicht bestätigt hat.*)

Fast gleichzeitig und unmittelbar nachher litten die kleinen Antillen an furchtbaren Erdstößen, und man zählte im Laufe eines Jahres (Mai 1811 — April 1812) deren gegen 200; aber noch ärger fast wurde der untere Theil von den Thälern der großen Ströme Nordamerika's, des Missisippi, Arkansas und Ohio um diese Zeit von Erdbeben beunruhigt, welche zwei volle Jahre anhielten (vom December 1811 — 1813). Sie zeigten sich ganz insbesondere mit ausnehmender Stärke auf der Westseite der großen Alleghanikette (auf der Ostseite viel schwächer), in den Distrikten von Kentucky und Tennessee, und stets von einem sehr heftigen unterirdischen Donner begleitet. An einigen Punkten (zwischen New Madrid und Little Prairie) traten sie fast regelmäßig von Stunde zu Stunde ein, und merkwürdig genug wanderte der Hauptschauplatz ihrer Bewegungen regelmäßig das Missisippithal hinauf, ganz allmählig von S. nach N. weiter.

Die Art, wie die Erschütterungen der Erdbeben in den verschiedenen Theilen der Erdrinde sich fortpflanzen, verdient eine nähere Erwägung. Es ist von besonderem Interesse, ganz im Allgemeinen zu erwähnen, daß keine der uns bekannten Gebirgsarten der Erdrinde, also auch keine uns bekannt gewordene Tiefe derselben, früher aufgestellten Systemen zuwider, von den Einwirkungen der Erdbeben verschont bleibe. Die Erfahrung hat vielfältig gelehrt, daß in dem Granit, Gneis und Glimmerschiefer, welcher die Basis der Kordillerenkette in Chili, Peru, Venezuela und in Mexico bildet, eben so zahlreiche und gewaltsame Erschütterungen auftreten, als in den aus Sekundärformationen gebildeten Gebirgsketten Italiens. In

*) Die Höhe der Silla de Caracas beträgt nach Alex. v. Humboldt 1350 T. oder 8100 Fuß; Boussingault und Rivero aber fanden sie im Jahre 1822 mit zuverlässigen Barometern = $1351\frac{1}{2}$ T. oder 8109 Fuß.

der Centralkette der **Alpen** und **Pyrenäen**, in der ganz aus sogenanntem Urgebirge bestehenden Ländermasse Skandinaviens treten die Erscheinungen der Erdbeben eben so auf, wie in den jüngsten **Tertiärgebirgsarten** der Umgebungen von London, Paris, Clermont, und in den aufgeschwemmten Ebenen der **Niederlande**, zu Middelburg und Vließingen. Sehr natürlich ist aus diesen Wahrnehmungen die Folgerung abzuleiten, daß die den Erdbeben zum Grunde liegenden Ursachen ihre Werkstätte tief unter allen uns bekannt gewordenen Theilen der Erdrinde haben; daß unterhalb der früher als Urgebirge betrachteten Bestandtheile derselben sich der Sitz einer uns noch unbekannten Wirksamkeit befinden müsse, deren Daseyn wir dann und wann nur durch sporadisch in einzelnen Theilen der Erdoberfläche hervortretende Kraftäußerungen bemerken können. Ein Schluß, dessen Sicherheit sich uns auch später noch von einer andern Seite her wieder von Neuem bewähren wird.

Wenn nun gleich auch alle Gebirgsarten der Erdrinde von den Erschütterungen der Erdbeben afficirt werden, so liegt es doch in der Natur der Verhältnisse, daß die Art, wie dieselben sich in ihnen fortpflanzen, sehr verschiedenartig wird seyn müssen. Alle festen Körper im Allgemeinen sind fähig, durch mechanische Einwirkungen erschüttert und in Schwingungen versetzt zu werden; die Art der Fortpflanzung dieser Schwingungen hängt von der eigenthümlichen Natur und der Anordnung ihrer zusammengesetzten Theilchen ab; so auch die Schwingungen der Erdbeben von der Beschaffenheit und Struktur der Gebirgsarten, welche in so mannigfaltigen Verbindungen die Erdrinde zusammensetzen. In ununterbrochen gleichförmigen Gesteinen, deren Theilchen unter sich fest zusammenhängen, werden diese Schwingungen sich gleichförmig ausbreiten, wie die Wellen auf einem in Erschütterung versetzten Wasserspiegel; wo aber Trennung in Platten und Tafeln, wo Schichtung und Zerklüftung sich einstellen, wo endlich ganze Gebirgsmassen nur aus locker und unregelmäßig durch-

einander gemengten Bruchstücken gebildet werden, da müssen auch diese regelmäßigen Fortpflanzungen empfangener Erschütterungen sich auf's Mannigfaltigste abändern, und ein und dasselbe über einen größeren Theil der Erdoberfläche ausgebreitete Erdbeben wird an verschiedenen Punkten die verschiedensten Wirkungen ausüben. Wo sich in zwei an einander grenzenden (auf oder neben einander liegenden) Gebirgsarten die Schwingungen der Erdstöße begegnen, da wird leicht der Fall eintreten können, daß sie einander mehr oder minder entgegenwirken und sich gegenseitig aufheben. Es wird also an einzelnen Theilen der Erdoberfläche Ruhe stattfinden können, während ringsum Alles erschüttert wird; aber eben so werden auch zwei sich in gleichförmiger Richtung treffende Schwingungen ihre Wirkungen verstärken und einzelne Punkte in eine heftigere Aufregung versetzen können, während andere mehr oder minder nahe verschont bleiben. Endlich zuletzt kann wohl auch die Ungleichförmigkeit in der Zusammensetzung des Bodens so groß und die so zusammengesetzte Masse so mächtig seyn, daß die nach allen Seiten darin unregelmäßig fortgepflanzten Erschütterungen sich so vielfältig durchkreuzen, daß sie spurlos in solchen Gebirgsarten verloren gehen.

Die Geschichte aller Erdbeben ist sehr reich an Belegen für die Richtigkeit dieser Voraussetzungen, und wir wollen daher nur einige der auffallendsten unter den hieher gehörigen Erscheinungen hervorheben.

Zunächst gilt im Allgemeinen die Bemerkung, daß die Erschütterungen der Erdbeben sich auf festem Felsboden minder furchtbar und verheerend erwiesen haben, als auf lockerem, dessen Bestandtheile leicht durcheinander zu werfen sind.

Bei dem Erdbeben zu Messina war es sehr auffallend und ist besonders durch Spallanzani bemerkt worden, daß vorzugsweise der Theil der Stadt ganz zerstört ward, welcher dem Hafen oder der Seeküste zunächst liegt. Die dort stehende Pallastreihe war auf dem Alluvialboden gegründet, welchen die jüngsten An-

schwemmungen des Meeres erzeugt haben; der von dort aus höher hinaufgehende Stadttheil aber steht unmittelbar auf Granitboden, und in ihm waren die Beschädigungen viel unbedeutender.

Ganz derselbe Fall trat auf Jamaica bei dem Erdbeben von Kingston, 1692, ein, von dem ausdrücklich bemerkt wird, daß alle am Rande des Meeres stehenden Häuser in die Tiefe sanken, während die auf Felsengrund gebaueten stehen blieben, ohnerachtet sie freilich sehr stark beschädigt wurden.

Aus den Pyrenäen berichtet Pallassou, daß bei einem im September 1773 verspürten Erdbeben im Thale von Ossan die Häuser eines Ortes, welche auf Kalksteinen standen, nur schwache Bebungen erlitten, während die nahe dabei auf Granit stehenden sehr stark erschüttert wurden.

Aehnliche Beispiele fast erwähnt man bei jedem einigermaßen bedeutenden Erdbeben, und wo nicht geradezu sich die Berge spalten und einzelne Theile derselben in die Tiefe gestürzt werden, da gilt auch fast überall der Grundsatz, daß die auf Felsen gebauten Häuser von den Erschütterungen weniger litten, als die auf lockerem Grunde.

In wie hohem Grade jedoch die Verschiedenheit der ein Land deckenden Gebirgsarten auf die Kraftäußerungen der Erdbeben einzuwirken im Stande ist, hat Dolomieu überaus schön bei den so oft angeführten Erschütterungen entwickelt, welche Calabrien 1783 betrafen. Nach seinen Darstellungen ist die Landschaft, in welcher die ersten und die Hauptwirkungen stattfanden, die Umgegend von Oppido und Polisteno, nach der Art eines gegen das Meer weit geöffneten Amphitheaters gebildet. Die hohe Bergkette des Aspromonte (welche von SW. nach NO. streicht) gibt rechtwinklich auf ihre Streichungslinie einen Seitenzweig ab, welcher zwischen den Meerbusen von Gioja und Eufemia nach Cap Vaticano hin fortsetzt, und der auf diese Weise entstehende hohe Halbkreis wird von Granit und altem Schiefergebirge gebildet. Das

Land in dem Innern desselben, oder der eigentliche Schauplatz der Erdbeben dagegen, bildet ein sanft gegen das Meer geneigtes Plateau, welches die Ebene (la Piana) genannt wird. Es besteht dieses aus einem sehr mannigfaltigen Wechsel lockerer Schichten von groben Sandsteinen, Geröllmassen und einem zähen plastischen Thone, welcher die Hauptmasse bildet und mit Meeresprodukten reichlich erfüllt ist. In ihm haben die aus den Bergen herabströmenden Bäche mit Leichtigkeit zahllose enge Schluchten eingerissen, deren einige bis 4, 5, ja 600 Fuß Tiefe haben.

Als nun dieses so gebildete Terrain durch das Erdbeben ergriffen wurde, äußerten sich in den zwei verschiedenen Haupttheilen desselben die verschiedensten Wirkungen. Die hohe Gneis- und Granitkette ward nicht weniger dabei erschüttert, als die Ebene, und schon oben haben wir der hüpfenden Bewegung erwähnt, welche an ihr bemerkt wurde; doch litten die auf ihr befindlichen Ortschaften und Häuser verhältnißmäßig nur wenig, denn es konnte die Kraft der Stöße sich regelmäßig in ihrem Innern vertheilen, und da der Boden nach jedem Stoße regelmäßig in seine vorige Lage zurück versetzt wurde, so kamen nur wenige Gebäude aus ihrer winkelrechten Stellung, während fast nur höher hervorragende Gegenstände, wie Kirchthürme, umstürzten. Ganz anders dagegen war es mit den Wirkungen derselben Kräfte in der Ebene. Dort wurden alle Theile des lockeren Bodens, je nachdem sie der Bewegung verschiedenartigen Widerstand leisteten, in wilder Verwirrung durcheinander geworfen, die Thäler oder tiefen Schluchten wurden ausgefüllt, und Berge, durch das Zusammenhäufen des neuen Materials erzeugt, traten an ihre Stelle; der Lauf der Flüsse ward gehemmt und verändert, einzelne Theile derselben wurden in Landseen verwandelt; aus breiten Bergmassen wurden scharfe Grate oder spitze Kegelgipfel, und von Menschenwerken blieb im eigentlichen Sinne des Wortes kein Gebäude in seinem ursprünglichen Zusammenhange, kein Stein auf dem andern. Die ganze Land-

schaft bekam in allen ihren Einzelnheiten ein völlig verändertes Ansehen. Diese Veränderung war am ausgezeichnetsten da, wo der lockere Boden der Ebene auf dem Granit an den Abhängen unmittelbar aufliegend antraf; dort schüttelte sich die dünne Decke von der festen Unterlage leicht ab und rutschte dem Abhange gemäß an ihr nieder. Große Länderstrecken sanken dadurch an den Abhängen, und es bildete sich an dem Rande der Granitberge eine 9 – 10 Stunden lange und mehrere Fuß breite Ablösungsspalte. Dolomieu sagt, daß das Volumen der ganzen Ebene vermindert wurde, und ihre Ungleichförmigkeiten an der Oberfläche sich fast so ausglichen, wie es beispielsweise mit einer gefurchten Sandmasse der Fall wäre, welche man in einer flachen Schaale zusammenrüttelt. (Diese Erscheinungen wollen wir noch weiter unten anführen.)

Beispiele von so ungleichförmiger Fortpflanzung der Erdbeben, daß sie an einer Stelle der Erdrinde nicht gefühlt wurden, während sie nahe dabei deutlich stattfanden, werden gleichfalls wiederholentlich berichtet, und sehr auffallend zeigt sich dieselbe bei den Wahrnehmungen unter und über der Erde.

So geschah es (1812) zu Marienberg im Erzgebirge, daß die Bergleute in den Gruben eine starke Erderschütterung spürten und erschrocken dieselben verließen; auf der Oberfläche aber war gleichzeitig nichts bemerkt worden. Umgekehrt dagegen war es bei dem Erdbeben in Schweden (November 1823), bei welchem Berzelius anführt, daß von den vielen in den Gruben von Presberg, Bisperg und Fahlun arbeitenden Bergleuten kein einziger von den Erschütterungen etwas bemerkt habe. Ganz derselbe Fall scheint auch bei dem Erdbeben am Niederrhein (1828) eingetreten zu seyn; denn in den Gruben auf der rechten Seite des Rheines, bei Mühlheim, Essen, bemerkte keiner der gleichzeitig beschäftigten Bergleute den über Tag sehr ausgezeichnet beobachteten Erdstoß, wohl aber bemerkte man denselben in den Gruben auf der linken Rheinseite bei Lüttich, Namur.

Aehnliche Zufälligkeiten sind sehr zahlreich bekannt, so das Beispiel von Neuwied (1807), wo eine Seite einer Straße verschont blieb. Ein ähnliches erlebte Hoffmann zu Palermo (Sept. 1831). Von dem Erdbeben von Calabrien, 1783, berichten alle Beobachter, daß der letzte harte Stoß, vom 28. März, fast ausschließlich an den beiden Endpunkten der oben erwähnten Linie, zu Girifalco und zu Messina, gefühlt ward, während der dazwischen liegende Landstrich kaum davon berührt wurde. Bei dem Erdbeben von Caracas bemerkt Alex. v. Humboldt, daß die Erschütterungen, welche sich in der Streichungslinie der Küsten-Kordilleren fortpflanzten, besonders stark in der aus Gneis und Glimmerschiefer bestehenden Hauptkette derselben wütheten, in den Ebenen am Fuße des Gebirges schwach waren, und ebenso selbst in einigen engen, tiefen Thälern, wie in den berühmten Thälern von Aragua. Valentia, die Hauptstadt der Provinz gleichen Namens, blieb unzerstört, und doch zeigten sich noch bedeutend weiter westlich, am See von Maracaybo, heftige Convulsionen; ja wie durch ein Wunder blieb die Stadt Coro, an der Küste des Golfes von Venezuela, verschont, während sie mitten unter Orten liegt, welche zerstört wurden; nicht einmal eine Spur von Erschütterung zeigte sich dort. La Guayra, die Hafenstadt von Caracas, ward ebenso zerstört wie die Hauptstadt; allein auf der 30 Stunden davon entfernten Insel Orchila wurden von Fischern, welche den Tag dort zubrachten, keine Erdstöße wahrgenommen. Ostwärts Caracas pflanzten sich die Erschütterungen längs der Küste nur äußerst unbedeutend und kaum fühlbar gegen Neu-Barcellona, Cumana hin fort, ohnerachtet dorthin die Bergkette von La Guayra sich ununterbrochen erstreckt.

In dieser ungleichförmigen Fortpflanzung der Erschütterungen in Amerika scheint selbst etwas Gesetzmäßiges, stets unter gleichen Umständen Wiederkehrendes sich zu zeigen; denn es ist eine ganz besonders in Peru und in Mexico häufig vorkommende Erscheinung, daß Erdbeben nicht nur seit Jahrhunderten be-

harrlich derselben Richtung folgen, sondern daß sie zugleich auch dabei immer nur an bestimmten Punkten schädlich werden, während sie andere ganz verschont lassen. Die Eingebornen bedienen sich zur Bezeichnung dieser Erscheinung des sinnreichen Bildes, daß solche verschonten Orte eine Brücke bilden, unter welcher in der Tiefe der Erde die Erschütterungen sich fortpflanzen.

Doch tritt auch wohl der Fall ein, daß ein Ort, welcher sehr lange Zeit als Brücke gedient hat und verschont geblieben ist, endlich von den Erschütterungen ergriffen wird. Wie Alex. v. Humboldt anführt, war es eine mehrere Jahrhunderte hindurch stets von Neuem wieder bestätigte Erfahrung, daß die Erdbeben, welche Cumana betrafen, sich niemals auf die dem Golf von Cariaco gegenüberliegende Seite hin fortpflanzten. Cumana selbst war auf Kalkstein gegründet, auf der Nordseite des Golfs liegt weit vorlaufend die Halbinsel Araya, welche von Glimmerschiefer gebildet wird; hier war man während der Erdstöße, welche Cumana verheerten, stets in vollkommener Sicherheit, und ein Wasserspiegel von kaum mehr als 18 — 24000 Fuß Breite trennte wunderbar genug ein Feld voll Ruinen von dem Anblicke einer blühenden und sicher bewohnten Landschaft. Diese Sicherheit indeß ward furchtbar gestört, als am 14. December 1797 ein heftiges Erdbeben Cumana heimsuchte. Da wurde zum ersten Male auch die Halbinsel Araya verheert, und seitdem ist sie in ähnlichen Fällen nie wieder verschont geblieben; ja es ist selbst schon vorgekommen, daß allein nur sie erschüttert ward und Cumana der Ruhe genoß. Neue Verbindungswege scheinen seitdem sich im Innern der Erdrinde eröffnet zu haben, und Araya ist nun selbst ein für sich stehendes Centrum von Erschütterungen geworden.

Daß in Ländern, welche in großer Ausdehnung und Mächtigkeit nur aus locker über einander geschütteten Gebirgsarten gebildet werden, die Wirkungen der Erderschütterungen völlig verloren gehen (an der Oberfläche nicht mehr merkbar werden), davon gibt uns die

norddeutsche Ebene ein sehr auffallendes Beispiel; denn wohl nur höchst selten sind in dem Innern derselben schwache Erdbeben bemerkt worden, obschon sie nach allen Seiten hin in den ihr zunächst liegenden Bergländern (Skandinavien, England, Harz, Erzgebirge, Rußland rc.) auftraten. Ein Stoß muß sich weit leichter in einer homogenen und dichten, mehr oder weniger elastischen Masse fortpflanzen, als wenn dieselbe vielfach von leeren Zwischenräumen und Spalten unterbrochen ist, oder gar so in ihrem Innersten überall ungleichförmig und aufgelockert, daß nach keiner Richtung hin nur eine Spur von Homogenität stattfindet. Diese Bemerkung ist an sich so genügend, daß wir nicht länger bei ihr verweilen würden; sie leitet uns indeß unwillkürlich noch zu der Betrachtung, daß es wohl möglich scheint, von derselben einigen Nutzen zu ziehen, um einzelne Punkte der Erdoberfläche, welche den Erschütterungen häufig ausgesetzt sind, mit Hülfe der Kunst selbst vor den gefährlichen Wirkungen derselben sicherstellen zu können.

Es ist nämlich eine bereits von den Alten und unter diesen namentlich von Aristoteles, Plinius und Seneca vielfach vorgetragene Ansicht, daß natürliche und künstliche Höhlungen, Grotten, Steinbrüche und Brunnen die über ihnen befindlichen Gebäude vor den Erschütterungen bewahren, oder doch wenigstens die Wirkungen derselben in hohem Grade vermindern können. Sie empfahlen deßhalb die Ausführung solcher Anlagen, und erklärten sich diese Erscheinung durch das Entweichen der in Spannung gehaltenen Dämpfe und Gasarten, deren Druck sie bereits, merkwürdig genug, im Wesentlichen die Kraftäußerungen der Erdbeben zuschrieben. Auch bei den Neueren wiederholen sich ganz dieselben Ansichten, und wir erfahren so namentlich aus den Berichten neapolitanischer Naturforscher, daß bei den in jenem Lande bemerkten Erdstößen sich sehr auffallend oft die Einflüsse solcher natürlichen oder künstlichen Verhältnisse durch die Erfahrung ergeben haben.

Insbesondere verdanken wir den rühmlich bekannten

Forschern Vivenzio und Poli in dieser Beziehung sehr zahlreiche Nachweisungen. Vivenzio führt an, daß die Römer bei Anlage des Kapitols sich der Vorsicht bedient hätten, tiefe Brunnen in dem kapitolinischen Hügel zu graben, und daß deßhalb dieser Theil von Rom, welcher doch sonst zuweilen sehr stark den Wirkungen der Erdbeben ausgesetzt war, niemals gelitten habe. Es ist ferner eine von mehreren Städten Italiens bekannte Thatsache, daß sie bei Erdbeben, welche in ihren Umgebungen vorfallen, mehr oder minder auffallend verschont bleiben, und so erwähnt man namentlich von Capua, daß keine Stadt Campaniens weniger von Erdbeben heimgesucht werde, keine aber auch reicher an tiefen Brunnen sey, während zugleich noch das tief eingeschnittene Thal des Vulturno dieselbe auf $^2/_3$ ihrer Umgebungen einfaßt. Fast dasselbe sagt Vivenzio von Nola, seiner Vaterstadt, ebenso Poli von Matera, Hauptstadt der Provinz Basilicata, welche auf zahlreichen Grotten und zum Theil künstlichen Aushöhlungen steht, von Cassano in Calabria citra, von der Terra di Tratta Maggiore.

Der berühmte Meteorologe Toaldo berichtet von der Stadt Udine in Friaul, daß nach einem heftigen Erdbeben in alten Zeiten vier sehr tiefe Brunnen angelegt wurden, welche seit Jahrhunderten gute Dienste geleistet zu haben scheinen.

Doch ganz besonders interessant ist es, was uns in dieser Beziehung über die Verhältnisse in der Hauptstadt Neapels mitgetheilt wird. Dort nämlich hat man in mehreren Fällen bei der Bauart der Häuser und Denkmäler Bedacht auf diesen Umstand genommen, und einige der ansehnlichsten Palläste dieser Stadt, das königliche Schloß, der Pallast von Capo di Monte, der Pallast des Duca di Cassano Serra, des Principe di Stigliano, sind über mehr oder minder großen Höhlungen auf Pfeilern und Gewölben erbaut worden, welche sich bis jetzt als ein gutes Schutzmittel bewährt haben. Ebenso soll es mit dem Obelisken des heiligen Januarius der Fall seyn, welcher nach Celano auf

einem tiefen Brunnen, der bis zum Wasser reicht, erbaut ist.

Die Zweckmäßigkeit und das Heilbringende solcher Einrichtungen scheint sich nach Poli bei dem von ihm beschriebenen Erdbeben vom 26. Juli 1805 bewährt zu haben, über welches wir ihm eine große Zahl interessanter Details verdanken. Dasselbe hatte seinen Hauptsitz in der Provinz Molise, nordöstlich von Neapel, welche dadurch fast in ähnlicher Weise verwüstet wurde, wie Calabrien 1783; es zeigte sich zugleich noch sehr heftig in der Hauptstadt, und daß hier von so starken Stößen verhältnißmäßig nur sehr wenig Schaden angerichtet worden, schreibt Poli allein dem Umstande zu, daß Neapels Boden seit alten Zeiten von einer unzählbaren Menge von Wasserleitungen, Cisternen, Abführungskanälen, alten Steinbrüchen u. s. w. unterminirt worden ist; er beleuchtet dieß durch Bekanntmachung eines Planes von einem Haupttheile der Stadt, auf welchem alle diese künstlichen Unterbrechungen im Zusammenhange des Bodens ausgedrückt sind, und er erläutert dieß zugleich an den sehr auffallend sichtbaren, verschiedenartigen Wirkungen der Erschütterungen an seinem eigenen Hause, so wie an den Häusern seiner Freunde, welche theilweise auf Höhlungen, theilweise auf festem Grunde erbaut sind. Ohne die ersteren, meint Poli, hätte Neapel mit seinen hohen Häusern und engen Straßen unfehlbar zusammenstürzen und dem Boden gleich werden müssen. Er empfiehlt deßhalb, an Orten, welche den Erdbeben ausgesetzt sind, die Häuser nicht nur niedrig, sondern auch auf Pfeilern und starken Gewölben zu bauen: damit, wie er sich ausdrückt, die Kraft der unterirdischen Mine, welche nun keinen zusammenhängenden Widerstand findet, merklich gebrochen werde, und daher die Fähigkeit verliere, schädliche Wirkungen hervorzubringen. In ähnlicher Weise glaubte schon Toaldo, daß eine Stadt, welche auf Pfeilern und Gewölben mit passenden Luftlöchern gebaut wäre, vielleicht sicher vor den Erdbeben seyn würde.

Diese ursprünglich von Italien ausgegangenen Er-

fahrungen, deren Richtigkeit oft bezweifelt worden, findet sich ganz ebenso auch aus andern Weltgegenden erwähnt. So erfahren wir, daß nach einem furchtbaren Erdbeben, welches am 26. April 1721 die Stadt Tauris in Persien verwüstete, dort eine Menge tiefer Brunnen gegraben wurden, um ähnlichen Wirkungen für die Zukunft vorzubeugen. Auch in Amerika ist dieselbe Ansicht, nach v. Humboldt's Berichten, allgemein verbreitet. In Peru sollen die Erdbeben minder häufig und schädlich zu Quito, als in dem 14—15 Meilen südlicher gelegenen Latacugna seyn, und man schreibt dieß der großen Zahl tiefer Schluchten zu, welche den Boden in den Umgebungen von Quito nach allen Richtungen durchschneiden. Zu St. Domingo, welches so häufig von Erdbeben heimgesucht wird, betrachtet man tiefe Brunnen als das einzige Sicherungsmittel der Hauptstadt, und es ist gewiß recht auffallend, die unwissenden Indianer dem Reisenden dieselben Ansichten wiederholen zu hören, welche schon vor Jahrtausenden die Philosophen und Naturforscher der Griechen und Römer vortrugen.

Es gehört ferner zur Charakteristik der Erscheinungen, welche die Erdbeben darbieten, daß die Schwankungen derselben sich nicht ausschließlich auf das Festland beschränken, sondern auch sich dem Meere auf eine auffallende Weise mittheilen. Fast überall, wo wir von ansehnlichen Erdbeben in Küstenländern hören, finden wir auch der Aufregung des Meeres, als eines der sie begleitenden Schrecknisse, erwähnt, und oft war der Schaden, welchen sie anrichteten, beträchtlicher, als der der Erschütterungen des Bodens selbst.

Bei dem Erdbeben von Lissabon, etwa eine Stunde später, nachdem die heftigsten Stöße vorüber waren, erhob sich plötzlich das Meer an den Mündungen des Tajo, und ohneractet die Ebbe seit zwei Stunden begonnen hatte und der Wind vom Lande wehete, stieg es mit großer Schnelligkeit, nach den Aussagen einiger Zeugen, bis 40 Fuß über den Stand der höchsten Fluth. Es drang in die Straßen ein und verwüstete u. a.

einen neu erbauten steinernen Damm, auf welchen sich etwa gegen 3000 Menschen geflüchtet hatten, welche sämmtlich dabei ihren Untergang fanden. Es floß dann eben so schnell wieder zurück, und kehrte noch 3- bis 4mal mit verminderter Heftigkeit wieder, bevor es seinen gewöhnlichen Stand annahm. Dieß Ereigniß vermehrte in hohem Grade die Schrecknisse des ganzen Vorganges. Die ganze Westküste von Portugal litt von dieser furchtbaren Aufregung des Meeres großen Schaden, und besonders ward der Hafen von Setuval, welcher schon durch die Erderschütterungen hart mitgenommen war, fast zerstört.

Am heftigsten aber und ausgezeichnetsten wurde diese Erscheinung zu Cadix bemerkt, über welche genaue Berichte vorhanden sind. Der Felsen, auf welchem die Stadt liegt und welcher durch eine flache, sandige Landzunge mit dem festen Lande zusammenhängt, hatte die ersten Stöße von Lissabon am 1. November fast gleichzeitig empfunden; sie dauerten dort etwa 3½ Minuten und versetzten die Bevölkerung in eine große Aufregung, doch ohne bedeutenden Schaden anzurichten. Als man sich eben etwas erholt hatte, bemerkte man indeß eine andere furchtbare Erscheinung, von der Meeresseite herandrängend. Das Meer hatte in etwa 8 Seemeilen Entfernung von der Küste eine Höhe von 60 Fuß über seinen mittleren Stand erreicht, und bildete eine furchtbare Welle, welche drohend sich mit großer Schnelligkeit der Stadt näherte. Als man sie näher kommen sah, gerieth Alles in die schrecklichste Bestürzung. Die Wachtposten verließen die seewärts gekehrten Festungswerke, und das Volk stürzte fliehend zu dem Thore gegen die Landseite. Der erste Andrang dieser Welle gegen die Küste war außerordentlich heftig. Ein Theil ihrer Kraft brach sich an den Klippen, welche dem Hauptfelsen vorliegen; sie zerstörte dann die ihr entgegenstehenden Wälle und Schutzmauern, wobei sie schwere Kanonen bis 100 Fuß weit zurückrollte; allein in die Stadt eingebrochen, war ihre Kraft schon sehr vermindert, sie überschwemmte nur die dem Meere

zunächst liegenden Straßen, und richtete sehr unbedeutenden Schaden an; dagegen außerhalb der Stadt trat sie über die oben erwähnte Landzunge, zerriß dieselbe, und vernichtete die dorthin geflüchteten Menschen. Dieses vorhersehend, hatte der Gouverneur der Stadt früher die Thore schließen und das Volk mit Gewalt am Entfliehen verhindern lassen. Das Wasser zog sich eben so schnell, wie es gekommen war, wieder zurück, und ließ auf Augenblicke große Strecken des Meeresgrundes trocknen; es kehrte dann noch 4 bis 5mal mit schwächerer Kraft wieder.

Unter den Erdbeben, bei welchen die Bewegungen des Meeres lebhaften Theil an den Erschütterungen des Landes nahmen, zeichneten sich das auf Jamaica (1692) und das zu Lima und Callao (1746) aus.

Bei dem ersteren drang das Meer in die Straßen von Kingston ein und verschlang einen großen Theil der Stadt, welcher zugleich noch niedersank. Viele Schiffe im Hafen wurden dadurch zu Grunde gerichtet, und eine Fregatte (the Swan) ward über die Häuser fortgetrieben und strandete endlich in der Stadt am Hause des Lord Puke. Ein Berichterstatter erwähnt, daß er gerade während des Erdbebens von Kingston nach Liguania gegangen sey; da habe plötzlich sich das Meer um etwa 6 Fuß mit großer Schnelligkeit erhoben, und mit genauer Noth sey er der Gefahr, verschlungen zu werden, entgangen. An andern Stellen der Küste verwüstete das Meer bei dieser Gelegenheit alle Pflanzungen, und bei St. Anne wurden über 1000 Morgen Wald verschlungen.

Doch bei Lima waren die Wirkungen des Meeres in der That furchtbarer, als sie noch irgendwo sonst bekannt sind; als nämlich der erste verheerende Erdstoß (am 28. October 10½ Uhr Abends) längst vorüber war, erhob sich in derselben Nacht noch das Meer in den Hafen von Callao zu etwa 80 Fuß über seine mittlere Höhe. Es drang rasch über die Stadt hinein, und zerstörte sie so völlig, daß nur noch einige Reste der Befestigungen davon sichtbar blieben; 5000 Men-

schen wurden vertilgt, und von der ganzen Bevölkerung nur etwa 200 gerettet. Von den gerade im Hafen befindlichen Schiffen, 23 an der Zahl, wurden 4 über die Mauern der Festung hinweg fast eine Stunde weit in's Land hineingetrieben und dort auf's Trockne gesetzt; sie waren die einzigen, welche sich retteten, die andern gingen unter. Einige Menschen wurden vom Meere über 2 Stunden weit mitgenommen und lebend bei der Insel San Lorenzo an's Land geworfen, während fast Alle, welche sich, auf Balken schwimmend, zu retten suchten, durch das Zerbrechen derselben bei der heftigen Aufregung der Gewässer ihren Tod fanden.

Bei dem Erdbeben von Messina war die Aufregung des Meeres im Hafen sehr groß, doch ohne Schaden anzurichten; an der Küste von Calabrien ist sie damals offenbar nicht sehr auffallend gewesen. Doch bei Scilla stürzte durch die Erschütterungen eine große Felsmasse ins Meer, und die dadurch entstandene Welle riß etwas über 1400 Menschen, unter ihnen den Conte di Sinopoli, mit fort, welche sich theils in Barken geflüchtet, theils am Strande gelagert hatten. Die Wirkungen dieser Schwankung sollen sich bis Cap Rasocolmo erstreckt haben.

Bei dem Erdbeben von Caracas trat das Wasser aus dem Meerbusen von Maracaybo zurück, so daß derselbe trocken gelegt ward.

Eben so geschah es im September 1538 bei den Erdstößen, welche die Entstehung des Monte nuovo bei Pozzuoli begleiteten, daß der Meerbusen von Bajä für kurze Zeit ganz ablief und der Meeresgrund sich mit Bimssteinen und Asche bedeckte. Diese Erscheinung erläutert zugleich sehr wohl das in Küstengegenden zuweilen beobachtete Zurücktreten des Meeres, welches sich ohne auf dem Festlande bemerkte Erdstöße einstellt.

Doch nicht nur an den Küstenrändern, sondern auch häufig im offenen Meere hat man die Erschütterungen der Erdbeben empfunden, und viele Journale der Seefahrer erwähnen davon auffallende Beispiele.

Während des Erdbebens von Lissabon befand sich ein englisches Schiff etwa 50 Seemeilen von dort, gerade hinsegelnd, und es ward plötzlich durch einen Stoß überrascht, welcher so heftig war, daß das obere Verdeck dadurch beschädigt wurde. Schon glaubte der Kapitän sich in der Richtung betrogen zu haben und auf eine Klippe gestoßen zu seyn; er ließ schnell das große Boot aussetzen, um die Mannschaft zu retten, doch bald überzeugte man sich, daß man fern von aller Gefahr im offenen Meere sey. Eine gleiche Erscheinung wurde am 2. Februar 1816 auf zwei Schiffen beobachtet, von denen das eine 120, das andere 270 Stunden von Lissabon westlich entfernt war; denn beide fühlten einen starken Stoß ohne bemerkbare Veranlassung.

Eine große Zahl von älteren Beispielen dieser Art hat Büffon gesammelt, und ich will hievon nur anführen, daß der bekannte Reisende Shaw auf einem algierischen Schiffe, an einer Stelle, wo das Meer über 200 Fuß tief war, im Jahre 1724 drei heftige Stöße empfand, welche eine Empfindung hervorbrachten, als ob Massen von 20 bis 30 Tonnen Gewicht auf dem Ballast geworfen wurden. Der bekannte Seefahrer Schouten berichtet, daß in den Molucken die Schiffe häufig Erdbeben an solchen Stellen empfinden, wo der Meeresgrund mit gewöhnlichen Mitteln nicht zu erreichen ist, und zwar gerade so, als ob sie gestrandet wären. Le Gentil empfand einst auf seiner Reise um die Welt in diesen Meeren einen Stoß, welcher so heftig war, daß er die Kanonen in hüpfende Bewegung versetzte, und daß die Strickleitern an den Masten rissen.

Eines der neuesten Beispiele dieser Art begegnete dem Kapitän v. Kotzebue auf seiner Fahrt von Conception nach Kamtschatka, etwa in 30 geographischen Meilen Entfernung vom Festlande. Die neuesten Erscheinungen dieser Art sind aus den Jahren 1828 zu Callao und von Gran Canaria. Am ersteren Orte (den 30. März) fühlten die Schiffe bei 150 Fuß Tiefe den Stoß so,

als ob sie gegen einen Felsen stießen; man sah von ihnen aus den Staub von dem zertrümmerten Lima sich erheben, als man den Stoß noch nicht empfunden hatte. Dieses Erdbeben mußte sich mithin von dem Gebirge gegen das Meer fortgepflanzt haben; im Allgemeinen war indeß seine Richtung doch auch entschieden wieder von Süden nach Norden.

Die Betrachtnng der Theilnahme des Meeres an den Wirkungen der Erdbeben führt uns auf den möglicher Weise nachweisbaren Antheil der Atmosphäre an denselben Erscheinungen. Er ist vielfach behauptet und widerlegt worden, und da er im Allgemeinen wenigstens bei weitem weniger deutlich und unzweifelhaft zu seyn scheint, als der eben behandelte Antheil des Meeres, so ist eine genauere Beleuchtung der hierher gehörigen Momente um so wünschenswerther. Im Allgemeinen ist es eine sehr verbreitete und vielfach wiederholte Behauptung, daß die heftigeren unter den bekannt gewordenen Erdbeben sich in Begleitung oder vorangekündigt und gefolgt von sehr ausgezeichneten und ungewöhnlichen Witterungsverhältnissen einstellten. Eben so sicher aber auch ist es, daß sich bei genauerer Durchmusterung der in dieser Beziehung gemachten Angaben, aus der zahlreichen Verwickelung der Phänomene durchaus nichts Konstantes, unter gleichen Umständen überall immer wieder Eintretendes herausstellt.

Alex. v. Humboldt sagt in dieser Beziehung: „Es ist eine sehr alte und zu Cumana, Acapulco und Lima sehr verbreitete Ansicht, daß eine merkbare Beziehung zwischen den Erdbeben und dem Zustande der Atmosphäre, welcher denselben vorausgeht, stattfinde. An den Küsten von Neu-Andalusien beunruhigt man sich, wenn bei sehr heißem Wetter und nach langer Trockenheit der Seewind plötzlich zu wehen aufhört, und wenn sich am Himmel, frei von Wolken um das Zenith, in etwa 6 bis 8° Höhe über dem Horizont, ein röthlicher Dampf zeigt. Diese Vorzeichen sind indeß äußerst ungewiß, und wenn man sich an die Verbindung der meteorologischen Variationen erinnert, in den Epochen,

an welchen die Erdrinde am meisten beunruhigt war, so überzeugt man sich, daß heftige Stöße, sowohl bei trocknem, als bei nassem Wetter, bei frischem Winde eben so, wie bei drückender Windstille eingetreten sind. Nach der großen Zahl von Erdbeben, deren Zeuge ich gewesen bin, sowohl südwärts als nordwärts des Aequators, auf dem Festlande sowohl als auf dem Meere, an den Küsten sowohl, als in 2500 Toisen Erhebung, war ich sehr geneigt zu glauben, daß die Schwingungen des Erdbodens im Allgemeinen unabhängig sind von dem vorhergehenden Zustande der Atmosphäre, und dieß ist auch die Meinung vieler unterrichteten Personen in den spanischen Kolonien, deren Ansichten sich auf eine größere Zahl von Erfahrungen gründen, als die meinigen."

Alle Erzählungen, besonders von größeren Erdbeben, beginnen indeß mit einer Darstellung der dem Eintritte derselben vorausgegangenen und den Verlauf des Ganzen begleitenden, mehr oder minder außerordentlichen Witterungs-Erscheinungen, und es wird daher nicht ohne Interesse seyn, einige derselben hier anzuführen.

Von dem Erdbeben von Lissabon wird berichtet, daß die demselben vorausgehenden Jahre sich ganz besonders durch eine in diesen Gegenden ganz unerhörte Armuth an atmosphärischen Niederschlägen auszeichneten. Seit dem Jahre 1750 hatte es dort so wenig geregnet, als man sich dessen von vorher nicht zu erinnern wußte; der Sommer 1755 indeß machte dieser lange anhaltenden Dürre ein Ende, es regnete in ihm sehr stark über einen großen Theil von Europa, und namentlich in der Schweiz und in Oberitalien, wohin auch die Wirkungen des Lissaboner Erdbebens sich vorzugsweise heftig erstreckten, waren dadurch bedeutende Ueberschwemmungen erzeugt worden. Im Spätherbste endlich traten die Erdstöße ein, und der ihnen nachfolgende Winter war sehr ausgezeichnet durch seine Milde in ganz Europa, von Portugal bis nach Norwegen, wo man damals allgemein diese Erscheinung den Wirkungen des Erdbebens zuschrieb.

Ganz ein ähnlicher Fall war es im Allgemeinen auch mit dem Erdbeben in Calabrien; denn der Winter, welcher demselben vorherging, war, wie Dolomieu ausdrücklich anführt, in ganz ungewöhnlichem Grade regnerisch, noch am Morgen des 5. Februar regnete es sanft, als aber die Erdstöße begonnen hatten, ward das Wetter auffallend trocken, und dieß war ein großes Glück für die Bewohner jener Gegenden, welche genöthigt waren, zwei Monate hindurch, welche in jenem Klima noch zu den rauhern gehören, unter freiem Himmel zuzubringen.

Auch auf der Nordküste von Afrika, besonders bei Algier, sollen nach den Berichten von Shaw die Erdbeben fast immer einen oder zwei Tage nach starkem Regen eintreten. Eben dasselbe wird uns mehrfältig von Jamaica berichtet, und man schreibt diese Erscheinung dort dem Umstande zu, daß von Regengüssen die Poren der Erdrinde verschlossen und also den im Innern derselben eingeschlossenen Gasarten der Ausweg versperrt werde.

Nichtsdestoweniger ist übrigens ein solches Witterungsverhältniß keinesweges als eine bei allen Erdbeben vorkommende Regel anzusehen, im Gegentheile haben wir sogar viele und wohl eben so viele Fälle, in welchen Wetter gerade entgegengesetzte Erscheinungen dargeboten hat.

So ging dem Erdbeben von Caracas eine fast beispiellose Dürre von 5 Monaten voraus, während welcher im Umkreise von 90 Stunden von Caracas (in ganz Venezuela) kein Tropfen Regen gefallen war. Als Cumana im Jahre 1766 von Erdbeben zerstört ward, war sogar eine volle, 15 Monate anhaltende Dürre vorhergegangen, und überhaupt fürchtet man dort stets Erdbeben, wenn eine längere Zeit hindurch kein Regen gefallen ist.

So karg nun übrigens der Regen hier vor Erdbeben zu seyn pflegt, so über die Maßen häufig und reichlich pflegt er unmittelbar nach denselben einzutreten.

So war es der Fall zu Cumana, so soll es regelmäßig in ganz Venezuela und an den Küsten von Peru,

auf der Hochebene von Quito seyn, und den Erschütterungen folgen gewöhnlich starke Anschwellungen der Ströme, welche nach der vorangegangenen Dürre das Land befruchten und die Vegetation außerordentlich üppig hervorrufen. Jahre der Erdbeben sind deßhalb auch, wie A. v. Humboldt ausdrücklich bemerkt, in jenen Gegenden durch ganz ungewöhnliche Fruchtbarkeit ausgezeichnet, und dieß veranlaßt die Indianer, deren leichte Hütten von den Erdstößen nur wenig beeinträchtigt werden, die Erinnerungen solcher Jahre durch Freudenfeste zu begehen, während die Europäer dagegen Processionen und Bußübungen anstellen, um die Wiederholung solcher Kalamitäten von sich abzuwenden.

Etwas Aehnliches von der Fruchtbarkeit der durch Erdbeben bezeichneten Jahre kennt man bereits auch in Europa; Vivenzio führt ein auffallendes Beispiel aus England an, wo nach einigen starken Erdstößen zu London, im Februar und März 1749, die Pflanzen sich so rasch und so üppig entwickelten, wie sie sonst sich nur zwei Monate später zu zeigen pflegen. Eben so nach den Erdbeben, welche den Ausbruch des Vesuvs von 1779 begleiteten, fingen der Wein und die Obstbäume in Campagnien im August an noch zum zweiten Male zu blühen und reife Früchte zu tragen; diese Erscheinung wurde damals vorzugsweise der Elektricität zugeschrieben, die, wie man glaubte, die einzige Veranlassung von Erdbeben und vulkanischen Ausbrüchen sey, und die, wie die Versuche von Nollet und Jallebert zeigen, die Vegetation beschleunigt und das Gedeihen der Pflanzen befördert. Es scheint also nach dem Vorhergesagten, daß die Erdbeben vorzugsweise die Eigenheit haben, in großen Wetterscheidungsmomenten sich einzustellen, und wenn es uns auch zur Zeit noch nicht möglich ist, diese Erscheinungen zu begreifen und den Einfluß, welchen die Vorgänge im Innern der Erdrinde auf die Ereignisse in der Atmosphäre ausüben, nach Ursache und Wirkungen zu verfolgen, so dient es doch dieser Ansicht nicht wenig zur Bestätigung, daß nach allgemeiner Aussage die Erd-

beben in den Tropenländern eine sehr bestimmte Beziehung zu den Jahreszeiten zeigen, indem sie vorzugsweise um die Zeit der Tag- und Nachtgleichen auftreten, in welcher die Regenzeit sich in den trocknen Sommer verwandelt, oder umgekehrt, in welcher in den indischen Meeren sich die periodischen Winde umsetzen, und welche überhaupt auf den meteorologischen Charakter des Jahres den größten Einfluß ausüben. Daß dem wirklich so sey, darüber lassen uns die in so vielen Ländern der Erde verbreiteten Meinungen des Volkes durchaus keinen Zweifel übrig.

Keine Zeit des Jahres, berichtet A. v. Humboldt, ist in den niedern Gegenden von Peru und an den Küsten von Neu-Andalusien so gefürchtet wegen der Erdbeben, als der Eintritt der Regenzeit, welche zugleich auch die Zeit der Stürme ist (gleich nach dem Herbst-Aequinoctium), und in der That scheint auch der Monat October jenen Ländern ganz besonders unheilbringend zu seyn (Lima und Callao den 28. October 1746, Cumana den 21. October 1766). Nächst dieser Epoche scheint das Frühlings-Aequinoctium zugleich noch besonders gefährlich, und wir führen für dasselbe hier ebenfalls nur zwei der größeren Katastrophen neuerer Zeit an, die Zerstörung von Caracas (den 26. März 1812), und das große Erdbeben von Riobamba (den 4. Februar und ganzen Februar und März 1797). Auch von Chili wird uns dasselbe noch neuerlich durch einen zuverlässigen Beobachter, den Kapitän Basil. Hall, berichtet, wenn gleich ältere Reisende, wie Molina, welcher viele Jahre dort lebte, demselben widersprechen zu müssen glauben.

Auf den molluckischen Inseln ist ferner die Richtigkeit dieser Thatsache so allgemein angenommen, daß man dort gewöhnlich die Monate der regnerischen Jahreszeit unter leichten Rohrhütten zubringt, um die Gefahr zu vermeiden, und la Billardière bemerkt, daß dort die Erdbeben besonders gefürchtet seyen um die Zeit, wenn die Moussons wechseln. Ganz Aehnliches erfahren wir ebenfalls von den antillischen Inseln.

Wenn gleich in den Tropengegenden sich übrigens diese Erscheinung am deutlichsten ausgesprochen findet, so scheint sie sich doch im Allgemeinen auch noch in höheren Breiten zu bestätigen, und u. a. finden wir in Kamtschatka und auf den Kurilen denselben Glauben wieder, welchen wir so eben von den Molucken und Antillen erwähnt haben. Auch in dem südlichen Theile von Europa scheint diese Ansicht einige Bestätigung zu finden, und kaum möchte es wohl ganz zufällig seyn, daß zwei der ansehnlichsten Erdbeben der neuesten Zeit, das zu Lissabon und das in Calabrien, in den November und in den Februar und März fielen. Daß die ihnen nachfolgenden Stöße das ganze Jahr hindurch dauerten, wie Manche gegen diese Ansicht bemerkt haben, kann wohl kaum in Betracht kommen, da es sich hier nur darum handelt, in welcher Jahreszeit der unterirdische Proceß wirksam erregt wird und zum Ausbruche kommt, nicht wie lange er noch fortwirkt, nachdem er einmal angefacht worden ist.

Allerdings kann es nicht geleugnet werden, daß auch einige der bedeutendsten Erdbeben neuester Zeit in ganz ungewöhnliche Jahreszeiten fallen, wie z. B. das vom 26. Juli 1805 zu Neapel; doch glaubt man allgemein und insbesondere in Sicilien an den vorwaltenden Einfluß der Aequinoctial-Perioden. Kapitän Smyth führt dieses Verhältniß mit dem ausdrücklichen Bemerken an, daß dreizehn der vorherrschendsten Erdbeben, welche die Geschichte Siciliens aufzuweisen hat, zwischen die Mitte des Januar und Ende März fielen. Hier scheint also insbesondere das Frühlings-Aequinoctium von Wichtigkeit, wie in Süd-Amerika das des Herbstes. Dasselbe schien sich mir auch bei einer vergleichenden Arbeit zu bewähren, welche ich über die in den letzten 40 Jahren (von 1792 bis 1831) zu Palermo beobachteten Erdbeben auszuführen Gelegenheit hatte. Innerhalb dieses Zeitraumes waren dort 57 Erdbebenfälle bemerkt worden, und von diesen fielen allein 13 den März, während außerdem nicht mehr als sechs Erdbeben in einem Monate (August und Sep-

tember) zusammenfallen; Februar, März und April haben deren zusammen 22 (2/5 der ganzen Zahl) aufzuweisen, und die wenigsten unter allen der Mai, nächstdem der December. Dieses Resultat scheint schon immer merkwürdig, um so mehr, als ja bei einer solchen Arbeit nicht zu vermeiden ist, daß secundäre Fälle mit primären sich mannigfaltig mischen und die reinen Resultate verdunkeln.

Wir haben in der neuesten Zeit (1834) noch eine sehr merkwürdige Zusammenstellung über die hierher gehörigen Verhältnisse der Erdbeben in den Ländern Europa's, nördlich der Alpen, durch den rühmlichst bekannten Geognosten Peter Merian zu Basel erhalten, aus welcher sich deutlich ergibt, daß auch in unseren Breiten eine sehr bestimmt nachweisbare Beziehung der Erdstöße zu den Jahreszeiten stattfindet. Es wird durch diese Schrift in Erinnerung gebracht, daß von allen Gegenden auf der Nordseite der Alpen, vorzugsweise die Umgegend von Basel, als ein ausgezeichnetes Centrum von Erdbebenwirkungen müsse betrachtet werden. Es ward nämlich am 18. October 1356 diese Stadt durch ein heftiges Erdbeben völlig zerstört; ihr Ruin war so vollkommen, wie der von Lissabon 1755 nur seyn konnte, denn es folgte dem Zusammenstürzen der Häuser, Kirchen eine Alles verheerende Feuersbrunst. Die dem ersten Stoße folgenden Erschütterungen währten dabei noch ein ganzes Jahr lang, und es zerfielen dadurch in einem Umkreise von 4 Meilen um Basel, nach der geringsten Angabe, auf den benachbarten Bergen wenigstens 34 namhafte Burgen und Schlösser. Seit jener Zeit nun zwar ist ähnliches Unglück von solcher Bedeutung nicht wieder vorgekommen, ja es haben sogar deutlich die Erderschütterungen in den nachfolgenden Jahrhunderten an Zahl und Stärke ziemlich regelmäßig abgenommen (im 17ten Jahrhunderte bemerkte man deren 59, im 18ten 24, und im 19ten bis jetzt 4); doch hat es sich gezeigt, daß, wenn seitdem Erdbeben in den Ländern nordwärts der Alpen stattfanden, diese vorzugsweise sehr heftig in der Umgegend von Basel

empfunden wurden, und dort noch mehrmals bedeutenden Schaden anrichteten.

In Beziehung auf den Einfluß der Jahreszeiten aber zeigte es sich, daß von 118 durch Merian konstatirten Erdbebenfällen 78 im Herbst und Winter, dagegen nur 40 im Frühling und Sommer bemerkt wurden. Ganz dasselbe geht auch aus der fleißigen Zusammenstellung der Erdbeben von 1821 — 29 von dem verewigten v. Hoff in Poggendorff's Annalen hervor. Es wurden nämlich während dieser 9 Jahre in den Ländern nördlich der Alpen nicht weniger als 98 Erdbebenfälle beobachtet, und unter diesen fielen unter ganz gleichen Verhältnissen 65 in den Winter und Herbst, aber nur 33 in den Sommer und Frühling. Aeltere Verzeichnisse, wie z. B. das von Cotte, sind, wie Merian gezeigt hat, wegen der Mangelhaftigkeit und Unsicherheit ihrer Aufzählungen zur Anstellung solcher Vergleiche nicht brauchbar.

Eine der auffallenderen Witterungs-Erscheinungen, welche bei den bedeutenderen Erdbeben sich zu zeigen pflegt, ist das Auftreten mehr oder minder weit ausgedehnter trockner Nebel, von der Art, wie wir sie gewöhnlich mit dem Namen des Heerrauches zu bezeichnen pflegen.

Diese Erscheinung ist niemals ausgezeichneter bemerkt worden, als im Jahre 1783, in welchem, außer dem Erdbeben von Calabrien, auch ein großartiger vulkanischer Ausbruch auf Island und ein anderer in Japan stattfand. Wir besitzen über denselben viele merkwürdige Nachrichten, welche durch A. v. Humboldt und Arago gesammelt worden sind. Es geht daraus hervor, daß dieser Nebel fast gleichzeitig im Juni jenes Jahres an den entferntesten Orten von Europa eintraf; er bedeckte auf diese Weise unsern ganzen Erdtheil, Nordafrika, einen kleinen Theil von Asien und Nordamerika; in den südlicheren Theil des atlantischen Oceans aber erstreckte er sich kaum über mehr als 100 Meilen Entfernung von den Küsten Europa's und Afrika's, und er diente so den aus Amerika herüberkommenden

Schiffen zur Orientirung. Ganz besonders dicht war er im Mittelmeere, in dem Theile desselben, welcher zwischen Spanien und Italien liegt. Bereits seit den Tagen des Erdbebens war er besonders dicht auf den Bergen Calabriens. Das Erste, was die Augen der von der Akademie zu Neapel dorthin gesendeten Kommissarien traf, als sie am 5. April in den Golf von Policastro gelangten, war der Anblick des Nebels und das Gefühl einer gewissen Schwere der Luft, welche das Cap von Scalea einhüllte. Als er sich weiter verbreitet hatte, war er längs den Südküsten von Frankreich so dick, daß man in Languedoc die Sonne erst sehen konnte, wenn sie am Morgen etwa auf 12° Höhe über den Horizont gestiegen war, und am übrigen Theile des Tages erschien sie roth gefärbt, strahlenlos und mit bloßem Auge anzuschauen. Den Seefahrern begegnete damals in diesen Meeren viel Unglück. Nicht minder groß wie die horizontale Ausdehnung war auch die vertikale dieses Nebels; denn die Winde, welche in den niedern Regionen der Luft herrschen, hatten auf ihn sichtbar keinen Einfluß, und man fand ihn bis auf den höchsten Gipfeln der Alpen, wohin Reisende damals gelangten. Man behauptet selbst, daß dieser Nebel im Dunkeln ein eigenthümliches Leuchten gezeigt habe, indem nach den Aussagen einiger Beobachter es während seiner Dauer um Mitternacht zuweilen so hell, wie beim Vollmonde gewesen sey. Kurz, es war in der That eine sehr eigenthümliche Erscheinung, und merkwürdig genug zeigte sich etwas ganz Aehnliches im Sommer 1831, genau um dieselbe Zeit, als an den Küsten von Sicilien sich die neue Vulkan-Insel bildete. Dort in der Nähe trat der Nebel gleichzeitig mit der Erscheinung der Insel selbst ein, und Niemand zweifelte an dem Zusammenhange beider Phänomene; er bedeckte darauf successiv ganz Europa etwa einen Monat später bis nach Siberien und Nordamerika, wo er zu New-York bemerkt wurde, und er erregte in ganz Italien, Deutschland und Frankreich Erstaunen durch die langen Dämmerungen, hellen Nächte und glühenden

Abendröthen, welche während der Zeit seiner Abwesenheit stattfanden. Beide Nebel sind bereits von Arago mit einander in Vergleichung gebracht worden.

Bei dem Erdbeben von Cumana, am 4. November 1799, mehrere Tage nach einander, besonders gegen Abend, zeigte sich ein eigenthümlicher, röthlicher Nebel, welcher die ganze Umgegend bedeckte. Er war besonders an dem Abende vor den Erdstößen ungewöhnlich dicht, und ward von den Einwohnern ohne Weiteres für ein Vorzeichen von Erdbeben betrachtet.

Auch bei dem Erdbeben von Lissabon herrschte Nebel, insbesondere an der Mündung des Tajo bei Colares, und am Tage vorher war die Luft zu Lissabon mit einem röthlichen, ungesunden Nebel erfüllt gewesen. Nichtsdestoweniger sagt bereits A. v. Humboldt, daß man sich wohl davor hüten müsse, dergleichen Nebel als sichere Vorzeichen oder als constante Begleiter von Erdbeben anzusehen.

Sehr viele Nachrichten von ungewöhnlichen Zuständen der Witterung, von welchen Erdbeben nach darüber vorhandenen Berichten begleitet wurden, verdienen keine weitere Berücksichtigung; nur allein ist die oft vorkommende Bemerkung plötzlicher Windstöße und elektrischer Meteore zu erwähnen, welche den Erdstößen entweder unmittelbar vorangingen, oder nach vielfachen Berichten auch sie begleitet haben, und gewöhnlich mit den Windstößen verglichen werden, welche Gewittern unmittelbar vorherzugehen pflegen.

Diese Erscheinungen sind ganz besonders bei dem Erdbeben von 1805 zu Neapel bemerkt worden; auch will der Berichterstatter von Colares bemerkt haben, daß der Wind sich bei den stärkeren Erdstößen des Lissaboner Erdbebens, welche am 1., 20. und 24. November vorfielen, plötzlich umsetzte. Bei dem Erdbeben von 1795 in England wurden heftige Windstöße, welche von oben herabkamen, wunderbarer Weise in dem oberen Theile der Bergwerke von Derbyshire bemerkt. Furchtbare Windstöße werden auch in Begleitung einiger heftigen Erdstöße in Oberitalien im December 1810

angeführt. Ganz ungewöhnlich beunruhigt aber war die Atmosphäre nach mehrfachen Berichten bei dem Erdbeben auf der Insel Zante, am 29. December 1820. Mehrere Tage lang herrschten heftige Stürme, furchtbar drohende, dunkle Gewitterwolken thürmten sich auf, und endlich, bald nach den Stößen, folgten heftige Regengüsse, welche große Verheerungen anrichteten.

Diese Erscheinungen verdienen zwar beachtet zu werden, doch dürfen wir ja nicht vergessen, daß wir uns hier stets auf einem Felde befinden, in welchem es gegenwärtig leider noch unmöglich ist, das Wesentliche von dem Zufälligen zu sondern, und in welchem daher falsche Schlüsse über den Zusammenhang der Erscheinungen unvermeidlich sind. In der That auch zeigen einige uns bekannt gewordene Beispiele bereits hinlänglich, wie sehr leicht hier der Irrthum ist.

Bei dem oft erwähnten Erdbeben von Cumana, welches A. v. Humboldt dort erlebte, hatte die Witterung eine sehr auffallende Beschaffenheit. Außer den Nebeln, welche vorhergingen (4. November 1799), hatte die Hitze eine für die Jahreszeit ganz ungewöhnliche Höhe erreicht, 26° C. (21° R.), und die Schwüle, welche in der Luft herrschte, war unerträglich, da der sonst stets eintretende kühle Seewind jetzt ausblieb. Am Tage des Erdbebens selbst thürmte sich ein drohendes Gewitter an den Bergen auf; wenige Minuten vor dem ersten Erdstoße erhob sich ein heftiger Windstoß, ihm folgte unmittelbar ein Regenguß, und im Moment der Erschütterung selbst ein starker Donnerschlag. Alle diese Erscheinungen scheinen ohne Zweifel mit einander in Beziehung zu stehen, und als daher am nächsten Tage fast genau zu derselben Stunde wieder ein Windstoß mit etwas Regen und Donnerschlägen erfolgte, fürchtete man ängstlich einen neuen Erdstoß. Doch er blieb aus, und so geschah es auch noch 5 bis 6 Tage nach einander, eine Regelmäßigkeit, welche dort häufig in dem periodischen Wiederkehren gewisser Witterungs-Erscheinungen bemerkt wird.

Auch als Messina zerstört wurde, hatte sich gerade ein heftiges Gewitter in der Meerenge festgesetzt; sein Erscheinen war indeß, wie schon Dolomieu bemerkte, höchst wahrscheinlich nur zufällig, da das Wetter gleichzeitig in Calabrien ruhig und heiter war.

Ueberhaupt sehen wir wohl, daß alle diese Verbindungen besonderer Witterungszustände mit Erdbeben wahrscheinlich nur von speciellen, uns noch unbekannten Verhältnissen abhängig und keineswegs durchweg wesentlich werden seyn können; denn es finden sich zuweilen selbst Beispiele von Erdbeben, bei welchen durchaus keine irgend auffallende Erscheinungen in dem Zustande der Atmosphäre bemerkt wurden.

Solch ein Erdbeben war u. a. jenes von Chili, im November 1822, eines der stärksten aus der neuesten Zeit. Bei seinem Eintritte war vollkommen heiterer Himmel; Mond und Sterne glänzten, und weder vor- noch nachher änderte sich das Wetter. Auch bei dem Erdbeben von Caracas war schönes, helles Wetter am Tage der Zerstörung, und die Ruhe der prächtigen, sternklaren Nacht, welche demselben folgte, bildete einen starken Kontrast gegen den Schrecken der Einwohner.

Auf eine ähnliche Weise wird dasselbe Verhältniß durch den Abbate Scina von Palermo von den zahlreichen Erdstößen berichtet, welche in den Jahren 1818 und 1819 in der Bergkette der Madonia stattfanden. Jene Erdstöße, welche sich auffallend genug auf den Raum weniger Quadratmeilen beschränkten, richteten beträchtliche Beschädigungen in den vereinzelt auf den Gipfeln spitzer und bis zu 4000 Fuß Höhe reichender Berge liegenden Städten an; große Felsblöcke wurden von den Bergen abgerissen und rollten hinunter, der Erdboden selbst öffnete sich an mehreren Stellen. Nichtsdestoweniger zeigte sich weder vor- noch nachher, noch innerhalb der etwa siebenmonatlichen Dauer der Erdstöße irgend eine auffallende Erscheinung in der Witterung.

Der Verfasser sagt hierüber wörtlich:

„Die Erdbeben fielen vor, theils bei heiterem, „theils bei bewölktem Himmel, bei warmem und „bei kaltem Wetter, mit und ohne Regen, und „beim Wehen des Windes aus jeder beliebigen „Richtung. Nichtsdestoweniger gab es in allen „diesen kleinen Bergstädten Niemand, welcher nicht „fortwährend angelegentlich nach dem Zustande „des Himmels und der Luft geforscht hätte, und „jeder Ort schien von Wetterpropheten (Aëro-„manti) bewohnt zu werden. Denn aus der „Dunkelheit der Luft, aus der Form und der „Farbe der Wolken, oder aus andern ähnlichen „Zeichen schmeichelten sie sich, ihnen scheinbar „ganz untrügliche Anzeigen von bevorstehenden „Erdbeben ableiten zu können.“

Wie leicht man sich übrigens in der Beurtheilung der hieher gehörigen Verhältnisse irren könne, davon hat der verewigte Hoffmann bei der Bearbeitung der Erdbeben von Palermo ein sehr bemerkenswerthes Beispiel gegeben; er fand nämlich bei Vergleichung der Winde, welche während der oben bemerkten 57 Erdbebenfälle beobachtet wurden, die Richtungen von Nordost, Südwest und Westen ganz vorwaltend; es waren nämlich bei

Nordostwinden 17 Fälle,
Südwestwinden 15 Fälle, und
Westwinden 11 Fälle

vorgekommen, mithin zusammen bei diesen drei Windrichtungen 43, oder gerade $^3/_4$ aller in dieser Zeit beobachteten. Schon war er geneigt, in dieser Thatsache irgend etwas Gesetzmäßiges zu finden, als es sich ergab, daß gerade diese Richtungen, vermöge der Lage von Palermo, die des dort bereits äußerst fühlbaren Wechsels von See- und Landwind sind, welche reichlich 6 Monate im Jahre hindurch wehen, und sehr leicht in niedrigen Luftschichten über die im Allgemeinen durchstreifenden Winde die Oberhand gewinnen.

Um indeß noch sicherer über den Einfluß urtheilen zu können, welchen die Erdbeben etwa auf den Zustand der Atmosphäre auszuüben im Stande sind (oder über den Zusammenhang, in welchem beide etwa stehen können), scheint es passend, den Gang der meteorologischen Werkzeuge zu vergleichen, und namentlich das Barometer zu betrachten, welches über alle in einiger Ausdehnung in der Atmosphäre vorgehenden Veränderungen vorzugsweise Rechenschaft abzulegen geeignet ist. Hier findet sich eine bereits seit den Zeiten, in welchen zuerst das Barometer mit Aufmerksamkeit beobachtet wurde, verbreitete Ansicht, daß der Luftdruck sich bei Erdbeben vermindere, und zwar so, daß ein schnelles Sinken des Barometers als Vorbote und unmittelbarer Begleiter müsse betrachtet werden.

Untersuchen wir nun die Thatsachen, auf welche diese Ansicht sich gründet, und welche sie zu bestätigen oder zu widerlegen scheinen. Im Allgemeinen ist es wohl zu erwähnen, daß die Führung eines Journales zuverlässiger Barometerbeobachtungen vorzugsweise in den Gegenden, welche von Erdbeben heimgesucht werden, ein heute noch sehr selten vorkommender Fall ist, und in früheren Zeiten fast nirgends darauf Rücksicht genommen wurde. Man begnügte sich daher in der Regel mit sehr unvollkommenen Bemerkungen.

Hierher gehört denn namentlich die immer wiederholte Anführung, daß zu Oran bei dem Erdbeben (wahrscheinlich von 1790) ein Apotheker sich und seine Familie wenige Minuten vorher rettete, weil er zufällig in dem Barometer die Quecksilbersäule auf eine ganz ungewöhnliche Weise sich verkürzen sah. Wir wissen jedoch nicht, in wie weit diese Thatsache begründet ist oder nicht. Eben so wird behauptet, daß zu Cap Français auf San Domingo am 3. Juni 1770 bei dem dort wohnenden Physiker Courrejolles ein von ihm verfertigtes Wasserbarometer um 2 Zoll 8 Linien, eine Höhe, welche etwa 2 Linien Quecksilber entsprechen würde, unmittelbar vor dem dort stattfindenden starken Erdbeben sank.

Ganz etwas Aehnliches und zum Theil genauer Belegtes ist auch in andern Gegenden der Erde mehrfältig beobachtet worden, und wenn gleich auch von keinem unmittelbaren Sinken des Barometers bei Erdstößen die Rede ist, so war doch offenbar die allgemeine Bewegung desselben sehr häufig auffallend zum Sinken geneigt. Bei dem Erdbeben, welches in Lappmarken den 31. December 1758 vorfiel, bemerkte man als auffallend, daß das Barometer vier Tage zuvor (den 27. December) einen ganz ungewöhnlich niedrigen Stand erreicht hatte (Pfarrer Wegelius?); bis zum Erdbeben selbst war es schon wieder gestiegen.

Eben so war bei dem Erdbeben in England von 1795 das Barometer seit dem 17. November von 30,23 Zoll in 24 Stunden auf 28,63 Zoll gesunken (also um 1,60 Zoll), und fing vor dem Erdbeben bereits wieder zu steigen an, wenn gleich sehr wenig, denn während desselben stand es auf 28,8 Zoll.

Eines der am genauesten bekannten Beispiele dieser Art aber ist bei dem oft erwähnten Erdbeben in den Niederlanden und am Rhein, vom 23. Februar 1828, bemerkt worden. Die Aufmerksamkeit, welche demselben von so vielen unterrichteten Männern gewidmet wurde, führte Egen zu einer Vergleichung der Barometerjournale von Soest und Paris, welche die ganze Ausdehnung, in der das Erdbeben fühlbar gewesen war, zwischen sich hatten. Es ergab sich daraus, daß das Barometer an beiden Orten schon sechs Tage vor dem Erdbeben zu sinken begonnen hatte; es sank endlich bis auf den tiefsten Stand, welchen das Barometer in diesem Monate überhaupt erreichte, und dieses traf in Paris zwei Tage vor dem Erdbeben, in Soest aber, welches der Wirkungssphäre dieser Erscheinung näher lag, erst am Abende zuvor ein, und noch am Morgen des Erdbebentages stand es 7 Linien unter dem Mittel des Monates. Während der Stöße selbst aber war es schon wieder im Steigen begriffen, und stieg bis zum 25. über das Mittel. Aus den zwischen beiden Orten gesammelten Nachrichten geht das Resultat hervor, daß in ihnen der Gang des Baro-

meters wesentlich derselbe gewesen sey; von andern ungewöhnlichen Witterungserscheinungen aber, welche etwa mit dem Erdbeben in Beziehung könnten gestanden haben, wird nichts berichtet.

So sehr nun übrigens diese Data für ein Sinken des Barometers zu Zeiten der Erdbeben sprechen, besonders wenn wir die Bewegungen des Barometers im Zusammenhange übersehen können, so entschieden scheint es auf der andern Seite, daß in sehr vielen und selbst bedeutenden Fällen am Barometer keine Veränderung seines Standes wahrgenommen worden ist.

Dieser Fall scheint schon bei dem großen Erdbeben von Lissabon stattgefunden zu haben; denn zu Cadix stand, nach dem Berichte von Ulloa, während des oben beschriebenen Vorganges das Barometer auf 28 Zoll 4 Linien, oder auf der mittleren Höhe dieses Monates bei schönem Wetter. Bei dem Erdbeben in Calabrien 1783 ist das Verhalten zweifelhaft, da, nach den uns von Virenzio mitgetheilten Beobachtungen aus Neapel, das Barometer vom 1. Februar an, wo es seine größte Höhe im Monat erreichte, zwar ununterbrochen bis zum 5. sank, in der Nacht vom 5. zum 6., wo die Katastrophe eintrat, aber etwas stieg, dann aber wieder fiel und das Minimum des ganzen Monats am 8. erreichte.

Was indeß aber hier noch etwa zweifelhaft bleiben möchte, das wissen wir aus anderen Erdgegenden mit sehr großer Bestimmtheit. Bei dem Erdbeben am 4. Nov. 1799 zu Cumana stand das Barometer zwar um ein ganz Unbedeutendes tiefer als gewöhnlich; indeß ließ es die periodischen täglichen Schwankungen, welche in jenen Erdgegenden so regelmäßig stattfinden, ungestört wahrnehmen. Eben so bemerkt Alex. v. Humboldt, daß nach den vielen Erfahrungen, welche er in dieser Beziehung zu Cumana, Lima, Riobamba und Quito gemacht habe, er diese allgemeine Periodicität des Barometers niemals durch Erdbeben gestört fand; daß er übrigens nichtsdestoweniger einen anderweitig beobachteten Zusammenhang der erwähnten Art annehme, doch wie bei der Beunruhigung der Magnetnadel bei Nord-

lichtern, welche gewöhnlich ganz entschieden, zuweilen aber auch gar nicht bemerkt wird.

Auf eine sehr ausgezeichnete Weise ist die Nichteinwirkung bei den Erdbeben bemerkt worden, welche sich im Jahre 1808 in der Grafschaft Pinerolo in Piemont ereigneten; sie dauerten zum Theil unter verheerenden Wirkungen vom 2. April bis 17. Mai, und bei der Nähe Turins wurden von den Kommissarien der Akademie, unter welchen sich der als Meteorolog rühmlichst bekannte Vasalli Eandi befand, viele Beobachtungen angestellt. Sie erlebten dort mehrfache Erdstöße, und versichern ausdrücklich, daß sie nie eine Beziehung derselben zum Gange des Barometers bemerkt haben. Bei dem starken Erdstoß zu Latour, am 11. April, hatte das Barometer einen verhältnißmäßig hohen Stand angenommen. Nur führen sie eine Beobachtung des Generals Menou an, welcher, am 17. April durch unterirdisches Rollen aufmerksam gemacht, das Barometer beobachtete, und es während des darauf folgenden Stoßes schnell sinken und gleich darauf wieder steigen sah. Fast scheint es indeß, als sey dieß nur Folge des mechanischen Einflusses der Schwankung gewesen; denn begreiflich sind in diesen Verhältnissen nur Beobachtungen brauchbar (wie auch schon Alex. v. Humboldt bemerkte), welche wo möglich kurz vor und kurz nach den Erschütterungen gemacht wurden.

Eben so negativ endlich war auch das Resultat der Beobachtungen auf Meleda, vom 15. Nov. 1824 bis 28. Febr. 1826, von welchen uns die Berichterstatter melden, daß die dortigen Detonationen und selbst die Erdstöße keinen Einfluß auf das Barometer ausübten. Bei einigen der bedeutendsten Stöße stand dasselbe ungewöhnlich hoch (am 12. und 13. Febr. 1825) auf 28 Zoll 4 Linien.

Nicht ganz ohne Interesse ist in dieser Beziehung eine Arbeit, welche Fr. Hoffmann über die seit den letzten 40 Jahren zu Palermo beobachteten Erdbeben ausführte, und bei welcher der sehr große Vortheil stattfand, daß die Vergleichung der Barometerstände nach

einem mit großer Sorgfalt geführten meteorologischen Journale gemacht werden konnte, aus dessen Ergebnissen die zu Palermo vorkommenden regelmäßigen und unregelmäßigen Schwankungen ungemein schön zu übersehen waren. Der beobachteten Erdbebenfälle waren, wie schon erwähnt, in dem angegebenen Zeitraume 57, und bei Berücksichtigung ihres Verhaltens zum Gange des Barometers konnten begreiflich fünf wesentlich verschiedene Zustände desselben in Betracht kommen: nämlich das Barometer war während der Erdstöße im Steigen begriffen oder im Fallen; es war dabei entweder angelangt auf einem Maximum, oder auf einem Minimum, oder endlich der Gang desselben war unbestimmt schwankend, ohne nachweisbare Regelmäßigkeit, weder ins Steigen noch ins Fallen. Die Resultate, welche durch diese Vergleichung erhalten wurden, zeigten

das Barometer sinkend . . . . in 20 Fällen,
„ „ steigend . . . . in 16 „
„ „ auf einem Minimum in 7 „
„ „ auf einem Maximum in 3 „
„ „ unbestimmt . . . . . in 11 „

Es ergibt sich hier also allerdings wieder überwiegend der sinkende Zustand des Barometers im Verhältniß von 27 zu 19; doch ist dieses Verhältniß nicht so entschieden, daß es nicht ebensowohl für zufällig als für wesentlich gehalten werden könnte. Da die Reihe der Beobachtungen es erlaubte, schien es noch von besonderem Interesse zu seyn, ob die Barometerstände bei Erdbeben absolut hoch oder niedrig, oder in verschiedenen Fällen vielleicht beides nach den Umständen gewesen seyen. Zu dem Ende war es nöthig, sie mit den mittleren Ständen des Jahres oder der Monate, in welchen die Erdbeben vorkamen, zu vergleichen, und da diese bereits durch die Berechnung von Cacciatore ermittelt waren, so fand sich leicht, daß die Barometerstände in 31 Fällen bei Erdbeben über dem Mittel des Monats, in welchem sie auftraten, in 24 Fällen darunter gewesen waren und in zweien gerade dieses Mittel erreichten. In Beziehung auf das Jahresmittel war es ganz ähnlich; in 32 Fäl-

len stand es über dem Mittel, in 25 Fällen unter demselben, und also stand das Barometer bei dem Eintritte der Erdbeben entschieden häufiger über, als unter dem Mittel, während wir es doch gerade umgekehrt hätten erwarten sollen. Zu bemerken ist es indessen, daß bei dem einzigen ansehnlichen unter diesen 57 Erdbeben, bei dem vom 5. März 1823, welches zu Palermo vielen Schaden anrichtete, das Barometer sich anhaltend während des ganzen Monats unter dem Mittel gehalten hat.

Rücksichtlich der Frage, ob in diesen angegebenen Fällen das Barometer etwa sich mehr über das Mittel, als unter dasselbe entfernte, findet sich in Vergleichung mit dem Mittel des Jahres:

die höchste Entfernung über das Mittel = 3,87 Linien,
die äußerste Entfernung unter das Mittel = 6,76 Linien.

Es zeigt sich also allerdings, daß das Barometer in den äußersten Fällen um das Doppelte des Werthes unter dem Medium sich befunden hat, den es in gleichem Falle über demselben erreicht hat. Bei dem eben erwähnten Erdbeben von 1823 fand eines der ansehnlichsten Minima Statt. Was die Größe der eben erwähnten Maxima und Minima der Barometerstände bei Erdbeben im Verhältnisse zu dem allgemeinen Charakter der Barometerbewegungen betrifft, so zeigt sich allerdings, daß sie noch lange die Gränzen nicht erreichten, welche in Mitteljahren ohne außerordentliche äußere Einflüsse vorkommen, ja, daß sie gewöhnlich noch um mehr als die Hälfte des ganzen Werthes von diesen Gränzen entfernt blieben. Ganz dasselbe läßt sich auch von der Größe der Oscillationen sagen, welche das Barometer zu Erdbebenzeiten gezeigt hat; sie waren von der Art, daß sie den in Mitteljahren ohne Erdbeben beobachteten gar nicht gleich kommen, ja, in den meisten Fällen sogar nur sehr unbedeutend.

Das Resultat dieser Arbeit ist, daß nächst der unläugbar etwas, wenn gleich sehr geringfügig vorwaltenden Neigung des Barometers zum sinkenden Zustande weder in dem relativen Stande desselben bei Erdbeben, noch in der Größe seiner Schwankungen etwas Eigenthüm-

liches oder Außerordentliches stattfinde. Es ist dieß wohl die umfassendste der bisher über diesen Gegenstand angestellten Untersuchungen, und die Zukunft muß lehren, ob das bei ihr befolgte Verfahren wirklich ein richtiges gewesen sey.

Von welcher Art der Zusammenhang der Verhältnisse sey, welche das oft erwähnte Sinken des Barometers veranlassen, wissen wir nicht, wohl aber werden wir hierbei unwillkührlich daran erinnert, daß wirklich zu Zeiten der Erdbeben materielle Veränderungen in der Beschaffenheit der Atmosphäre vorgehen, welche mehr oder minder von Bedeutung werden können. Diese werden hervorgerufen durch das Entweichen und Aufsteigen von Gasarten, Dämpfen, theils von niederer Temperatur, theils entzündet und mit Rauch und Flammen verbunden, welche entschieden nicht selten bei manchem größeren Erdbeben bemerkt wurden.

Diese Erscheinung ist besonders von Alex. v. Humboldt hervorgehoben; er erwähnt, daß man eine halbe Stunde vor der Katastrophe vom 14. December 1797 bei Cumana einen heftigen Schwefelgeruch an dem Hügel des Klosters San Francesco bemerkte, an einer Stelle, wo zugleich auch das unterirdische Gepolter des Erdbebens am stärksten gehört ward. Zugleich sah man während dieses Erdbebens Flammen an den Ufern des Manzanares hervorbrechen, und eben dergleichen auch auf dem Wasser im Meerbusen von Cariaco. In den Bergen von Cumanacoa, so wie in den großen Steppen von Neu-Andalusien sind solche Erscheinungen feuriger Gasströme, welche aus dem Boden hervorbrechen, sehr häufig; Garben von Feuer sieht man oft dort Stunden lang sich erheben, sie erlöschen, und an der Stelle, wo sie stattgefunden haben, sieht man im Boden nicht die geringste Veränderung; ja, in der Regel sind auch nicht einmal die Kräuter des Rasens und die Bäume mit angegriffen, wahrscheinlich, weil diese Gasströme wegen der Heftigkeit ihres Ausströmens nicht bis zu ihrer Basis brennen.

Während des Erdbebens von Lissabon machte man eine ähnliche Bemerkung an der Mündung des Tajo bei

Colares; dort sah man während des ersten heftigen Stoßes, welcher Lissabon niederstürzte, nach mehrfältigen Aussagen, an den Seiten der Felsen von Alvidras hell leuchtende Flammen hervorbrechen, gleich einem schnell angefachten Kohlenfeuer, und vom 1. bis 3. November stieg vom Rande des Meeres dort eine dicke Rauchsäule auf, deren Stärke verhältnißmäßig zunahm mit der Stärke des unterirdischen Getöses. Man fürchtete, einen Vulkan dort hervorbrechen zu sehen, doch, als man nachher diese Orte untersuchte, war keine Spur einer Veränderung an ihnen zu finden.

Auch bei dem oft angeführten Erdbeben von Jamaica thaten sich zu Kingston unterirdische Oeffnungen auf, welche viele Menschen verschlangen und sie dann zuweilen, vermischt mit Wasserstrahlen, bis zu beträchtlicher Höhe wieder hervorschleuderten. Gleichzeitig mit diesen Auswürfen ergossen sich aus ihnen dicke Dämpfe, welche einen unerträglichen Geruch verbreiteten, und welche in kurzer Zeit die Atmosphäre so verdunkelten, daß sie, die eben noch vollkommen breiter war, schnell das Ansehen eines glühenden Ofens erlangte. Auch zu Clarendon, im Innern der Insel, sah man gleichzeitig ähnliche Wassermassen hervorsprudeln, und dieß ist überhaupt eine Erscheinung, welche bei unzähligen Erdbeben bemerkt wurde. Die austretenden, früher gefangen gehaltenen Gas- oder Dampfmassen müssen, wie man hieraus ersieht, mit großer Heftigkeit aufsteigen, da sie Alles, was sie Bewegliches auf ihrem Wege finden, als Wasser, Sand, Steine u. s. w., mit sich fortreißen.

Ein sehr auffallendes Beispiel dieser Art wird von den großen Erdbeben angeführt, welche im Anfange des vorigen Jahrhunderts (1702 und 1703) in einem großen Theile von Italien stattfanden. Diese Erdbeben hatten ihren Sitz insbesondere in den Abruzzen, und die fast völlige Zerstörung der Stadt Aquila, welche heute noch größtentheils in Ruinen liegt, war davon eine der heftigsten Wirkungen. Zu derselben Zeit sah man in den Feldern um Aquila mehrere Oeffnungen aufreißen, und sie warfen, durch die Kraft von aus

ihnen hervorbrechenden Gasarten, Wasser und Steine in solcher Menge aus, daß die umliegenden Aecker nicht mehr bestellt werden konnten. Das Wasser spritzte, nach der Aussage von Augenzeugen, bis zu einer Höhe heraus, welche ansehnlicher war, als die höchsten Bäume der Nachbarschaft, und aus den benachbarten Bergen sah man Flammen hervorstoßen und dicke Dampfmassen, welche drei Tage hindurch fast ohne Unterbrechung anhielten.

Zu Cumana ist es ein fast immer während der Erdbeben eintretendes Phänomen, daß der Inhalt der Brunnen und Cisternen, Wasser, Sand, Schlamm u. s. w., gewaltsam herausgeworfen wird; man hört erst ein Geräusch aus denselben heraustönen, und dann schleudern die entwickelten Gasarten das Wasser zuweilen bis zu 20 Fuß Höhe hinaus. Ganz dasselbe ward während des Erdbebens zu Lissabon auch zu Colares wahrgenommen, wo das Wasser und der Sand einiger Brunnen bis 25 Palmen (19 Fuß) herausgeworfen ward. Eben so war es auch in Calabrien nach den Berichten von Dolomieu und Fleurian de Bellevue, und noch von dem heftigen Erdbeben, welches 1818 zu Catania stattfand, erzählt Agatino Longo, daß an einem Orte, nördlich der Stadt, unmittelbar vor dem ersten Stoße mit großem Geräusche vierzehn Springbrunnen hervorbrachen. Sie sollen heiß gewesen seyn und ihre Oeffnungen nachher noch mehrere Tage hindurch gedampft haben.

Das Hervortreten von warmen Dämpfen bei Erdbeben ist übrigens vielleicht nirgends in neuester Zeit in so ausgezeichnetem Maße bemerkt worden, als bei den ausgedehnten Erschütterungen, welche in den Jahren 1811 bis 1813 fast volle zwei Jahre ununterbrochen in dem untern Theile von den Thälern der großen Ströme Nordamerikas, am Missisippi, Arkansas, Ohio, auftraten. Diese Erschütterungen waren in hohem Grade energisch, und zeigten sich insbesondere auf der Westseite der großen Alleghanykette in den Distrikten von Kentucky und Tennessee; sie waren stets von einem starken unter=

irdischen Donner begleitet, und in der Umgegend von Neu-Madrid, wie von vielen glaubwürdigen Personen bemerkt wurde, bildeten sie Spalten, aus welchen Rauch oder Wasserdampf hervorstieg. Man erwartete, jeden Augenblick Flammen hervortreten zu sehen, und gewahrte von Zeit zu Zeit starke Stöße von Rauchwolken besonderer Art. Man hielt deßhalb diese Erdbeben allgemein für die Wirkungen eines Erdbrandes, ungeachtet ihrer über viele hundert Quadratmeilen verbreiteten Ausdehnung, und ungeachtet ihres später nachgewiesenen Zusammenhanges mit vulkanischen Erscheinungen in den Antillen und in den Gebirgen von Venezuela.

Eine andere hieher gehörige und wahrlich nicht minder merkwürdige Thatsache beobachtete man während eines Erdbebens im Hafen zu Callao, am 30. März 1828, welches deßhalb viel Aufsehen machte. Unter andern Schiffen lag nämlich dort das brittische Schiff Volant an zwei starken Eisenketten vor Anker. Um 7½ Uhr zog eine leichte Wolke über dasselbe hin, und gleich darauf ward ein Geräusch vernommen, wie es in diesem Lande die Erdbeben begleitet, fernem Donner vergleichbar. Man erlitt einen heftigen Stoß, welchen die am Bord befindlichen Personen der Empfindung verglichen, als wenn man auf einem nicht in Federn hängenden Wagen rasch über holpriges Pflaster fährt. Das Wasser, welches um die Schiffe etwa 25 Faden (150 Fuß) tief war, zischte, als hätte man glühendes Eisen hineingetaucht, und seine Oberfläche bedeckte sich mit Blasen, welche beim Zerplatzen einen starken Schwefelwasserstoffgeruch aushauchten. Rings umher schwammen eine Menge todter Fische. Das Fahrzeug gerieth in heftiges Schwanken, und gleichzeitig erfolgte nun auf dem Festlande der starke Stoß, welcher einen Theil der Stadt in Trümmern stürzte. Man lichtete sogleich die Anker, und fand, daß eine der Ankerketten, welche auf weichem Schlammgrunde gelegen, in ziemlicher Erstreckung ihrer Länge (25 Klafter vom Schiffe entfernt) eine Schmelzung erlitten hatte. Die Kettenglieder, welche gegen 2 Zoll im Durchmesser hatten, waren an dieser Stelle

in die Länge gezogen, so daß sie 3 bis 4 Zoll lang und viel dünner geworden waren. Auf ihrer Oberfläche zeigten sich zahlreiche unregelmäßige Vertiefungen, in welchen kleine Eisenklümpchen hingen, die sich leicht lostrennen ließen. Die Kette des andern Ankers hatte gar nicht gelitten, und ebensowenig eines der andern in der Nähe liegenden Fahrzeuge. Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß ein Theil des Gases, welches auf dem Festlande das Erdbeben veranlaßte, hier auf dem Meeresgrunde unter Entwicklung eines hohen Hitzegrades entwichen sey. Die Oeffnung, aus welcher es ausbrach, muß sehr klein gewesen seyn, und zufällig auf ihr die angeschmolzene Ankerkette gelegen haben.

Solche mit Heftigkeit entweichende Gasmassen, Dämpfe u. s. w. könnten allerdings, wenn sie in großen Ausdehnungen und mit anhaltender Stärke vorkommen, einen aufsteigenden Luftstrom erzeugen, welcher einen Einfluß auf das Sinken des Barometers ausüben würde, und dieß scheint wohl um so mehr mit der Annahme einiger Naturforscher übereinzustimmen, als der das Barometer bei Erdbeben deprimirende Einfluß von den Ursachen ganz unabhängig zu seyn scheint, welche die täglichen periodischen Schwankungen veranlassen. Indeß passen die beobachteten Erscheinungen keineswegs zur Erklärung jener Thatsache, deren Ursachen wir daher noch dahingestellt seyn lassen müssen. Ueberdieß wird bei sehr vielen Erdbeben, wie auch A. v. Humboldt annimmt, höchst wahrscheinlich nichts von der Erdoberfläche ausgehaucht.

Die muthmaßlichen Entwicklungen irrespirabler Gasarten und Dämpfe um die Erdbebenperioden sind oft ganz allmählig und lang anhaltend, und davon gibt uns denn noch vorzugsweise eine Erscheinung Kunde, welche so häufig mit größeren Erdbeben verbunden zu seyn pflegt. Es ist dieß die Beunruhigung, welche beim Herannahen der Erdbeben so häufig die kleineren Thiere empfinden, und unter ihnen besonders diejenigen, welche in der Erde in Höhlen und Löchern wohnen. Es ist dieß daher eins der oft ange-

führten Vorzeichen der Erdbeben, in welchem alle Beobachter übereinkommen.

So bemerkt schon Le Gentil auf seiner Reise nach beiden Indien, daß gewöhnlich vor Erdbeben die Ratten und Mäuse, Maulwürfe, Eidechsen und Schlangen ihre Schlupfwinkel verlassen und unruhig hin und her laufen; ganz dasselbe wissen wir auch von den in der Erde lebenden Insekten, als Ameisen, Grillen. Neue Bestätigungen dieser Thatsache aus dem Festlande von Südamerika verdanken wir Alex. v. Humboldt. Er erwähnt in dieser Beziehung noch, daß in den großen Llanos von Venezuela die Alligatoren bei Erdbeben ihre Pfützen verlassen und aufs Trockne gehen. Dieser Einfluß erstreckt sich auch auf größere Säugethiere, welche einen besonders scharfen Geruch haben oder sehr gebückt zur Erde gehen; unter diesen zeichnen sich vorzugsweise die Hunde, Ziegen und Schweine aus. Die Empfindlichkeit der letztern Thiere für diese Einflüsse soll so anerkannt seyn, daß ängstliche Personen, während sie das Herannahen von Erdbeben fürchten, mit besonderer Aufmerksamkeit auf das Benehmen derselben achten. Bei den neueren Erdbeben in Peru sollen eine große Menge von Schweinen, welche frei herumlaufend in der Erde wühlten, erstickt seyn.

Uebrigens erstreckt sich in besonders ausgezeichneten Fällen die Beunruhigung vor dem Erdbeben auch auf Pferde, Stiere; und es wird selbst mehrfach erzählt, daß Menschen vor dem Eintritte von Erdbeben an Uebelkeiten, Schwindel, Kopfweh und Gemüthsunruhe leiden, welche während der Erdstöße dann begreiflich oft in sehr hohem Maße stattfinden. Bei den Erdbeben zu Cadix und Gibraltar, welche dort in Folge der Erschütterungen von Lissabon eintraten, soll dieses Uebelbefinden der Menschen schon eine Stunde vor den Stößen angefangen haben. In Calabrien und Messina wurden bei dem großen Erdbeben die Hunde nach vielen Aussagen lange vorher schon ganz besonders unruhig.

Von einer ganz allgemeinen Unruhe der Thiere vor

Erdbeben aber liefert **Poli** ein treffendes Bild bei der Beschreibung der Erschütterungen zu Neapel, am 26. Juli 1805; er sagt bei dieser Gelegenheit wörtlich:

„Ich will nicht unterlassen, hier noch des gewohnten Vorzeichens zu erwähnen, welches von den Thieren ausging. An allen Orten, wo die Wirkungen des Erdbebens sehr fühlbar waren, fingen einige Minuten vor dem Eintreten der Stöße die Rinder und die Kühe an laut zu brüllen; die Schafe und die Ziegen blöckten, und beunruhigt durcheinander stürzend, suchten sie die Netze und das Flechtwerk der Hürden zu durchbrechen; die Hunde heulten fürchterlich, die Gänse und die Hühner geriethen in Verwirrung und machten großen Lärm. Die Pferde tobten in ihren Ställen und rissen sich wüthend vom Zügel los; diejenigen derselben aber, welche gerade auf der Straße waren und liefen, standen plötzlich still und schnaubten in ganz ungewöhnlicher Weise. Die Katzen liefen erschreckt davon und suchten sich zu verbergen, oder sie sträubten wild das Haar. Man sah die Kaninchen und die Maulwürfe aus ihren Löchern hervorgehen, die Vögel wurden von ihren Ruhesitzen aufgescheucht und die Fische schwammen ans Ufer, wo sie in großer Menge beim Granatello erhascht wurden. Selbst die Ameisen und die Reptilien verließen am hellen Tage in großer Unordnung ihre Erdlöcher, und zwar oft schon viele Stunden vor dem Erdbeben; die Heuschrecken sah man in großen Schwärmen der Nacht durch Neapel gegen das Meer kriechen; geflügelte Ameisen flüchteten sich bei dunkler Nacht in die Zimmer der Häuser. Es gab Hunde, welche ihre Herren wenige Minuten vor dem Erdbeben gewaltsam aufweckten, gleichsam als wollten sie sie rufen und warnen vor der nahe bevorstehenden Gefahr, und welche auf diese Weise wirklich auch deren Rettung bewirkten.“

Nächst den Veränderungen des Luftdruckes zur Zeit von Erdbeben nimmt der Zustand der **Wärme der Atmosphäre** unsere Aufmerksamkeit in Anspruch, und es scheint wohl ein gewisser Einfluß der Erderschütterungen auf die Luftwärme in manchen Fällen ganz ent-

schieden bemerkbar zu seyn. Im Allgemeinen wird eine Veränderung in dem Wärmezustande der Atmosphäre vor und nach Erdbeben in den Berichten über viele derselben als sehr auffallend geschildert; vorher gewöhnlich geht ängstlich drückende Hitze, in den Meeresgegenden verbunden mit Aufhören des gewohnten Luftwechsels, wahre Gewitterschwüle; wenn aber die furchtbaren Ereignisse, welche die Stöße veranlassen, vorüber sind, folgt Erfrischung der Atmosphäre, Gefühl von Leichtigkeit und Abkühlung. Nun mag zwar in vielen Fällen diese Reihenfolge der Empfindungen von rein psychologischer Natur seyn, das Zusammentreffen mehrerer Umstände, welche Erdbeben befürchten lassen, mag Gemüthsunruhe und ängstliche Spannung, das Vorübergehen des Ereignisses Erfrischung und Gefühl neu erlangter Leichtigkeit veranlassen. Indeß gibt es doch auch mehrfältig beobachtete Fälle, in welchen die abkühlenden Wirkungen der Erdstöße auf die Luftwärme durch bestimmte Thermometerbeobachtungen nachgewiesen wurden.

So wird von dem Erdbeben in England, am 18. Nov. 1795, angeführt, daß unmittelbar nach demselben die Luft plötzlich so abgekühlt wurde, daß das ganze Land sich über Nacht mit Schnee bedeckte.

Auf Zante ward es nach dem Erdbeben vom 29. Dec. 1820 bedeutend kalt, indem die Temperatur im Februar auf 25° Fahr. sank, da sie im Januar noch 65° gewesen war; heftige Hagelschauer kühlten die Atmosphäre sehr ab.

Entscheidend sind die Beobachtungen, welche die früher erwähnten Kommissarien der Akademie zu Turin in der Grafschaft Pinerolo anstellten. Sie bemerkten ausdrücklich, daß immer, wenn Erdstöße vorübergingen, sie das Thermometer hätten sinken sehen, wenn auch der Tageszeit gemäß gerade das Gegentheil zu erwarten gewesen sey; so war es am 10. April 1808 sehr auffallend, als sie bei ganz heiterm Himmel Morgens 10 Uhr 33 Minuten einen heftigen Stoß empfanden, wobei das Thermometer auf 26° C. stand. Der Himmel blieb heiter, und wiewohl daher das Thermometer im Laufe

des Tages noch hätte steigen müssen, so sank es doch bis um 2 Uhr auf 22°, und ähnliche Wahrnehmungen machten sie mehrere.

Burchall empfand in der Capstadt nach zwei heftigen Detonationen unterirdischen Ursprunges, welche die Gegend erschreckten, unmittelbar eintretend eine sehr auffallende Abkühlung der Atmosphäre.

Es scheint indeß, als wenn die Wirkungen der Erdbeben sich nicht immer auf eine so vorübergehende, unmittelbar eintretende Temperaturerniedrigung beschränkten, sondern als ob sie selbst in dieser Beziehung einen auf lange Zeit hindurch merkbaren Einfluß auf den Charakter der Witterung auszuüben im Stande wären, wenn auch nur bei den bedeutenderen Vorfällen dieser Art.

So bemerkt z. B. Cotte, daß nach den Zusammenstellungen von Richard das Erdbeben von Lissabon als die Epoche einer Aenderung der Temperatur in Europa angesehen werden müsse, welche besonders in den auf 1755 zunächst folgenden Jahren äußerst merklich gewesen sey; insbesondere seyen heftige Stürme und Gewitter in denselben viel häufiger gewesen, als lange zuvor. Nach dem Erdbeben in Calabrien folgten den nebligen und gewitterreichen Sommern von 1783 bis 1784 ganz ungewöhnlich strenge Winter, und Pfaff hat in einer eigenen Schrift darzustellen versucht, daß diesem Ereignisse eine ganze Reihe von strengen Wintern gefolgt sey, wie sie vorher nicht nach einander vorkamen.

Auch in dieser Beziehung verdanken wir Alex. v. Humboldt eine Beobachtung über das Klima von Quito, welche in der That äußerst merkwürdig ist; er sagt nämlich in einem Briefe vom 3. Juni 1802 wörtlich: „Quito ist eine schöne Stadt, aber der Himmel ist sehr traurig und neblig; die Berge umher zeigen uns wenig grün, und es ist bedeutend kalt. Das gewaltige Erdbeben vom 4. Februar 1797, das die ganze Provinz erschütterte und in einem Augenblicke 35000 bis 40000 Menschen tödtete; es ist auch in dieser Hinsicht den Einwohnern nachtheilig gewesen, denn es hat die Tempera-

tur so außerordentlich geändert, daß jetzt das Thermometer hier gewöhnlich zwischen 4° und 10° R. steht und nur selten auf 16° oder 17° steigt, während Bouguer es hier immerfort auf 14° oder 15° R. stehen sah. Seit dieser Katastrophe haben die Erdbeben nicht aufgehört. Und welche Stöße!" — Die Ursachen dieser so merkwürdigen Erscheinung müssen wir eben so wie bei den vorhergehenden dahingestellt seyn lassen.

Eine andere hierher gehörige und nicht minder bemerkenswerthe Thatsache ist es, daß die Erdbeben auch häufig Einfluß auf den elektrischen Zustand der Atmosphäre auszuüben pflegen; darüber berichten viele unzweifelhafte übereinstimmende Aussagen. Während des Erdbebens in Cumana beobachtete A. v. Humboldt ein Volta'sches Elektrometer, und er fand, daß während der Erzitterungen des Bodens die Luftelektricität in sehr hohem Maße erregt war. Die Korkkügelchen entfernten sich um 4 Linien, und alle Augenblicke wechselten positive und negative Elektricität, wie es bei uns nur zu Zeiten heftiger Gewitter zu seyn pflegt. Ganz ähnlich waren die Beobachtungen von Vasalli Candi in der Grafschaft Pinerolo; denn er fand, daß die Luftelektricität sich bei Erschütterungen stets auffallend und zuweilen selbst in so hohem Grade steigerte, daß sie unmeßbar wurde, da die Goldblättchen des Elektrometers gegen die Glaswände anstießen. In Touro sah er 20 Minuten nach einem Erdstoße das Elektrometer um 30° divergiren, und einige Stunden nachher war die Elektricität schwach positiv. Auch selbst bei ganz unbedeutenden Erdbeben scheinen deutlich wahrnehmbare Wirkungen der Art vorzukommen; so soll nach einem schwachen Erdstoße zu Breslau, am 11. December 1799, eine früher sehr kräftige Elektrisirmaschine ihren Dienst versagt und erst vier Tage nachher ihre vorige Wirksamkeit wieder erlangt haben.

Unmittelbar hiemit im Zusammenhange steht eine sehr oft wiederholte Wahrnehmung über den Gang der Witterung vor und nach Erdbeben, in Beziehung auf elektrische Meteore, welche von sehr verschiedenen

Gegenden her bestätigt wird. In Südamerika war es eine allgemein verbreitete Meinung, daß die Erdbeben mit der Häufigkeit der elektrischen Entladungen in der Atmosphäre in einem umgekehrten Verhältnisse ständen; man glaubte in Caracas und Cumana bemerkt zu haben, daß es seit 1792 dort weit seltener als zuvor bei Regenwetter Gewitter und Stürme gebe, und seit dieser Zeit zugleich häufen sich die Erdbeben dort mehr als jemals. Ganz ähnliche Beobachtungen will man auch gemacht haben, als in den Jahren 1812 und 1813 die Länder von Mississippi und Ohio so anhaltend von Erdbeben beunruhigt wurden; in der ganzen Provinz Luisiana soll es während des vorhergehenden Jahres gar keine Gewitterstürme gegeben haben, und diese Erscheinung hielt man dort keineswegs für zufällig. Sehr merkwürdig ist wohl, daß man ganz dasselbe in Italien wahrgenommen hat. Bei dem Erdbeben von 1805, sagt Poli ausdrücklich, sah man in der Provinz Molise, welche das Centrum desselben war, im ganzen Laufe des Jahres kein Wetterleuchten und keinen Hagel, Meteore, welche hier zu gewissen Jahreszeiten ganz gewöhnlich zu seyn pflegen.

Es scheint mir, als müsse man hier noch ein Verhältniß mit anreihen, von welchem uns so häufig bei Erdbeben berichtet wird, ohne daß eine Erklärung des Zusammenhanges versucht wäre; es sind dieß die bei fast allen bedeutenderen Erdbeben bemerkten leuchtenden Meteore, welche als Sternschnuppen, Feuerkugeln, nordlichtähnliche Erscheinungen, ja wohl geradezu selbst als aus der Erde aufsteigende Blitze beschrieben werden und theils Vorzeichen, theils Begleiter der Erdbeben seyn sollen. Höchst wahrscheinlich sind dieß großentheils nur elektrische Erscheinungen, ja selbst die oben erwähnten Flammen, welche bei Erdbeben aus dem Boden, den Flüssen und dem Meere sollen aufgestiegen seyn, sind wohl wahrscheinlich nichts anderes, als elektrische Entladungen, oder auch vielleicht Kombinationeu derselben mit austretenden Gasströmen, welche von ihnen entzündet werden. In der That scheint

es auch sehr natürlich, daß bei einem das Festland, den Luftkreis und das Meer so heftig aufregenden Vorgange, welcher, wie wir sehen, in der Atmosphäre erhöhte elektrische Spannung hervorruft, starke Entladungen zwischen der Atmosphäre und dem Erdboden werden stattfinden müssen. Daß in dem letztern namentlich ein hoher Grad von elektrischer Spannung erzeugt werden müsse, wird schon durch die ungeheure Reibung wahrscheinlich, welche alle einzelnen Theile der von Erdbeben afficirten festen Rinde erleiden.

Es scheint deßhalb vorzugsweise interessant, daß man an Orten, welche so eben von Erdbeben erschüttert wurden, ein allen Umständen nach elektrisches Leuchten gesehen hat, und dieß ist wohl von keinem Punkte so gut konstatirt, als von Neapel, am 26. Juli 1805. Poli erzählt von sehr vielen feurigen Meteoren, welche zu jener Zeit verschiedentlich im ganzen Lande gesehen wurden, und welche ganz an die Feuerballen, hüpfenden Flammen erinnern, welche man bei heftigen Gewittern wahrnimmt, wenn die Oberfläche mit einer der der Gewitterwolke entgegengesetzten Elektricität überladen ist; besonders merkwürdig aber ist es, daß mehrere unverdächtige Augenzeugen ein Leuchten von Neapel her gerade in dem Momente sahen, als dasselbe den ersten Stoß erlitt. So erwähnt er, daß gerade einige Schiffer von Messina sich bei der Insel Capri befanden und aus den Gipfeln einiger der größeren Gebäude von Neapel scheinbar Strahlen von lebhaftem Glanze hervorschießen sahen; dasselbe erblickten einige Leute, welche gerade von Portici nach Neapel zurückkehrten, andere von den Camaldoli herab. Aehnliches, nur in schwächerem Grade, wird uns auch von Messina, von Lissabon, von Kingston auf Jamaica, von Catania im Jahre 1693 berichtet. Unter den in neuesten Zeiten gemachten Wahrnehmungen dieser Art hat insbesondere ein bei Zante gesehenes Feuermeteor Aufmerksamkeit erregt, welches man dort drei bis vier Minuten vor dem ersten stärksten Erdstoße (29. December 1820) gesehen hat. Es schien nämlich eine Flamme, welche etwa fünf bis sechs Minuten

lang anhielt, etwa zwei Stunden von der Südostspitze der Insel entfernt auf dem Meere zu ruhen; höchst wahrscheinlich war dieß eine Ausströmung elektrischer Materie an einem zur Entwicklung derselben besonders geeigneten Orte.

Es scheint mir angemessen, bei dieser Veranlassung auf ein schon mehrfach angedeutetes Verhältniß wieder zurückzukommen, nämlich daß bis vor kaum mehr als 20 Jahren viele ausgezeichnete Physiker sehr geneigt waren, die Ursachen der Erdbeben und Vulkane einzig und allein in der Erregung und Ausgleichung elektrischer Spannungen finden zu wollen. Dieser Gedanke ist, wenn man so will, eigentlich schon sehr alt, da namentlich Plinius die Erdbeben geradezu unterirdische Gewitter nennt; er ist indeß ganz besonders wieder mit großer Lebhaftigkeit aufgegriffen worden, als man in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts so große Fortschritte in der Elektricitätslehre gemacht hatte. Man glaubte damals alle Erscheinungen, welche hieher gehören, hinlänglich durch eine große Anhäufung der Elektricität in dem Erdboden und durch deren Ausgleichung mit der Atmosphäre erklären zu können.

Der Erste, welcher in dieser Beziehung eine umfassende und sehr fleißig bearbeitete Darstellung bekannt machte, um die bis dahin verbreitete Ansicht von den Wirkungen des Centralfeuers zu verdrängen, war W. Stuckeley (1750). Ihm folgten später ganz besonders einige um die Kenntniß der Elektricität sehr verdiente Italiener, als Beccaria, Tiberio Cavallo, und lange Zeit liebte man sehr einen von dem Ersteren ersonnenen naiven Versuch, um an der Elektrisirmaschine die Wirkungen der Erdbeben zu erläutern. Ganz besonders eifrige Anhänger dieser Ansicht waren noch die Berichterstatter über die in Süd-Italien vorgefallenen Erdbeben, wie Vivenzio, bei welchem wir sehr Vieles über diesen Gegenstand zusammengestellt finden, und Poli, welcher geradezu erklärt, ein Erdbeben sey nichts anderes, als ein ungeheurer Blitz. Auch in den von Erdbeben

häufig heimgesuchten Gegenden Amerika's ist man dieser Ansicht in hohem Grade geneigt, und A. v. Humboldt bemerkt sehr treffend, daß man es wohl nicht sonderbar finden könne, in dem Vaterlande von Franklin eine große Vorliebe für Erklärungsweisen zu finden, welche auf die Theorie der Elektricität gegründet sind.

In der That ist auch keinesweges zu läugnen, daß die Erdbeben bei erster oberflächlicher Betrachtung mit elektrischen Erscheinungen mannigfache Analogien darzubieten scheinen. Ihre so außerordentlich schnelle Fortpflanzung über große Strecken der Erde, verbunden mit Erzitterungen des Bodens, der unterirdisch rollende Donner, der Schwefelgeruch, welchen sie zuweilen verbreitet haben, das Zusammentreffen mit Stürmen und Gewittern, die vor ihnen bemerkte Schwüle und die nach ihnen erfolgte Abkühlung erinnern gar sehr an die Wirkungen der Elektricität, und es ist zugleich sehr wahrscheinlich, daß ein großer Theil der Beunruhigung besonders der größeren Thiere vor Erdbeben von der in der Atmosphäre stattfindenden Aufhebung des elektrischen Gleichgewichtes herrührt; denn die Haare und Federn der Thiere sind positiv elektrisch, und daher mit einer bis zu gewisser Stärke thätigen elektrischen Atmosphäre versehen 2c.

Eine genauere Vergleichung indeß lehrt uns, daß diese Ansicht zur Erklärung der Hauptphänomene durchaus nicht hinreicht, und dieß hat Kries sehr anschaulich nachgewiesen. Wir ersehen daraus, daß es ganz unerklärlich ist, wie Elektricität sich in großen Massen in der Erdrinde überhaupt anhäufen könne, ohne durch die leitenden Wände der Höhlen, die zahlreichen feuchten Klüfte überall hin abgeleitet, geschwächt und zerstreut zu werden. Fände aber auch eine solche Anhäufung wirklich statt, so ist nun ferner nicht zu begreifen, wie ihre Ausgleichung nach so entfernten Theilen der Erdoberfläche hin, und überhaupt so beharrlich nach gewissen vorwaltenden Richtungen erfolgen könne; denn daß gerade in diesen Richtungen vorzugsweise besser leitende Substanzen aneinander gereiht lägen, ist im

höchsten Grade unwahrscheinlich, und zugleich würde dann dennoch ein so weites Fortleiten der Elektricität ohne Zerstreuung nicht wohl denkbar seyn. Zuletzt endlich erklärt diese Voraussetzung auf keine Weise das häufige Wiederkehren und die oft jahrelange Fortdauer der Erdbeben, welche, wie wir gesehen haben, bei allen größeren Fällen dieser Art vorkommen, und wir müssen daher wohl die elektrische Ansicht aufgeben, ohne im Grunde eine vollkommen genügende Erklärung zu deren Stelle setzen zu können.

Uebrigens war man längere Zeit hindurch von der Richtigkeit dieser Erklärungsweise in so hohem Grade überzeugt, daß man selbst darauf gegründete Sicherungsmittel vor Erdbeben, wahre Erdbebenableiter, vorgeschlagen hat, welche den Franklin'schen Blitzableitern nachgebildet waren und nur eine umgekehrte Einrichtung hatten. Der Erste, welcher diesen Gedanken vortrug, war der Abbé Bertholon de St. Lazare. Vivenzio beschäftigte sich mit demselben als mit einem Lieblingsgegenstande, und handelt sehr ausführlich von der Errichtung solcher Paratremouti. Es bedarf wohl der Erwähnung nicht, daß das Ganze gegenwärtig aus einem ganz andern Gesichtspunkte betrachtet werden muß, und diese Erklärungsweise mit der Art, wie Erdbeben wirken, in gar keine Verbindungsweise gesetzt werden kann.

Eine Erscheinung, welche endlich noch hier schicklich betrachtet zu werden verdient, scheint mir die Einwirkung der Erdbeben auf die Magnetnadel; denn da der Magnetismus der Erde, wie es der gegenwärtige Zustand unserer Kenntnisse wahrscheinlich macht, wohl auf nichts Anderem beruht, als auf dem Daseyn elektrischer Ströme, welche die Erdkugel in der Richtung senkrecht auf die der Magnetnadel umkreisen, so ist an sich schon sehr wahrscheinlich, daß eine so bedeutende Störung des elektrischen Gleichgewichtes, wie sie durch die ansehnlicheren Erdbeben bewirkt wird, auch störend auf die Magnetnadel selbst zurückwirken werden. Ganz dasselbe wird nicht minder wahrscheinlich, wenn

wir Seebeck's thermomagnetische Entdeckungen berücksichtigen; denn die Entdeckung, daß heterogene und selbst homogene Metallmassen, und am Ende selbst Leiter jeder Art, wie feuchte Erden, Steine durch ungleiche Erwärmung in magnetischen Zustand versetzt werden können, setzt fast nothwendig voraus, daß diese Verhältnisse bei dem Auftreten vulkanischer Aktionen auch vorkommen, und daher von demselben eine Einwirkung auf die Magnetnadel ausgeübt werden müsse. Die Voraussetzung wird dann ferner auch noch durch directe Beobachtungen bestätigt.

Unter den älteren Wahrnehmungen dieser Art, deren Darstellung meist sehr unvollkommen und undeutlich ist, sind ganz besonders einige während des Erdbebens zu Lissabon gemachte bemerkenswerth, welche wir in den schätzbaren Sammlungen über dieses Ereigniß von Kant angeführt finden. Es sollen nämlich zu Augsburg am 1. November 1755 die Magnete ihre Gewichte abgeworfen haben und die Nadeln in Unordnung gerathen seyn. Ebenso wurde zu Hohenembs, an der östlichen Grenze der Schweiz, durch Wucherer zur Zeit dieses Erdbebens am 9. December an einem Magnetstabe eine Bewegung im Sinne der Inklination beobachtet, indem während einer Erschütterung von einer Minute Dauer der Faden, an welchem dieser Stab hing, um 40° aus der Vertikale nach Süden abgelenkt wurde. Nach Robison wurde eine große Störung in der Deklination der Magnetnadel, von Müller zu Mannheim, während des Erdbebens von Calabrien bemerkt.

Mit Uebergehung vieler anderer ähnlicher Beobachtungen, ist es wichtig, eine von Alex. v. Humboldt anzuführen, welche beweist, daß die magnetischen Verhältnisse eines Ortes durch Erdbeben auf eine dauernde Weise gestört werden können. Am 1. November 1799 wurde die Inklination der Magnetnadel zu Cumana, vermittelst eines Borda'schen Inklinatoriums beobachtet, zu 43,65° gefunden. Am 4. trat das oft erwähnte Erdbeben ein; am 7. ward die Inklination wieder beobachtet, und sie betrug nur 42,75°, hatte sich also um

0,9° verringert. Diese Verringerung war zugleich bleibend, denn im September 1800 betrug die Inklination an demselben Orte 42,80°; sie hatte also in der ganzen Zeit noch nicht die Größe wieder erhalten, welche sie vor dem Erdbeben besaß. Die Intensität des Erdmagnetismus war übrigens vor und nach dem Erdbeben sich gleich geblieben, denn die Nadel machte beide Male dieselbe Anzahl von Schwingungen in derselben Zeit, auch die Deklination schien unverändert. Etwas ganz Aehnliches führt uns derselbe Beobachter noch nach der Vergleichung seiner eigenen mit späteren Beobachtungen in dem an Erdbeben so überreichen Lima an. Er fand nämlich die Inklination im Oktober 1802 dort 9° 59,4′, nach dem Erdbeben vom 1., 3. und 5. November aber war sie auf 9° 12′ (also um 47,4′) gesunken; auch schienen Veränderungen in der Intensität des Erdmagnetismus eingetreten zu seyn, denn vor dem Erdbeben machte die Nadel 219, nach demselben 213 Schwingungen.

Endlich besitzen wir einige merkwürdige, hieher gehörige Beobachtungen noch aus den jüngst vergangenen Jahren. Bei der Erderschütterung, welche am 19. Februar 1822 zu Paris bemerkt wurde und welches dieselbe ist, deren ich oben als in dem magnetischen Meridian fortgepflanzt erwähnte, beobachtete Arago auf der Sternwarte viele Unregelmäßigkeiten im Gange der Deklinationsnadel, welche besonders in Oscillationen im Sinne der Länge der Nadel bestanden, und von Arago sogleich unbezweifelt dem Erdbeben zugeschrieben wurden.

Eben so unzweideutig war ferner eine ähnliche Beobachtung während des Erdbebens vom 23. Februar 1828 am Rheine und in den Niederlanden. In einer Kohlengrube bei Mühlheim an der Ruhr nämlich, in 480 Fuß unter Tage, war ein Markscheider mit Messungen beschäftigt, und als er sich eine Zeit lang des Kompasses hiezu bedient hatte, ohne etwas Auffallendes bemerkt zu haben, ward die Nadel plötzlich so unruhig, daß er sie nicht mehr gebrauchen konnte. Sie schwankte selbst bis volle 180° vom N.- zum S.-Pole, auch fanden Schwin-

gungen der Inklination nach statt. Zu derselben Zeit aber waren gerade über der Erde die Erschütterungen beobachtet worden, von welchen in den Gruben Niemand eine Ahnung gehabt hatte, wiewohl gegen 2500 Personen darin arbeiteten.

Uebrigens verdient noch bemerkt zu werden, daß auch in mehreren Fällen durchaus keine Wirkung der Erdbeben auf die Magnetnadel verspürt wurde, und daß es also hiemit vollkommen dieselbe Bewandtniß hat, wie mit den Nordlichtern. So führt namentlich Alex. v. Humboldt an, daß ihm außer den eben erwähnten Fällen, trotz der heftigen Stöße, welche er in den Kordilleren zu Quito empfand, nie eine Einwirkung der eben erwähnten Art wieder vorgekommen sey. Vasali Candi gibt ausdrücklich an, daß während der Erdbeben in der Grafschaft Pinerolo die Magnetnadel durchaus nichts gezeigt habe, was man den Wirkungen der Erdbeben hätte zuschreiben können. Auf Meleda bemerkte Partsch, daß die dortigen Detonations-Phänomene keine Wirkung auf die Magnetnadel ausgeübt haben.

Eine sehr auffallende Bestätigung dieser Thatsache haben wir endlich noch in den letzten Jahren durch eine Beobachtung von A. Erman erhalten. Während seines Aufenthaltes zu Irkutzk nämlich empfand dieser Beobachter am 8. März 1828 einen für jene Gegend bedeutenden Erdstoß. Er war gerade damals seit fünf Tagen beschäftigt, zur Bestimmung der täglichen Periode des Magnetismus ein sehr empfindliches Instrument, ein Gambey'sches Deklinatorium, welches in seiner Wohnung schicklich aufgestellt war, zu beobachten, und es zeigte dasselbe, wenige Minuten nach dem Erdbeben beobachtet, keine Anomalie. Es war dieß also entschieden ein Erdbeben ohne magnetische Einwirkung. Merkwürdig ist übrigens zugleich, daß Erman bei dieser Gelegenheit angibt, es sey diese Jahreszeit auch zu Irkutzk diejenige, in welcher man die Erdbeben am häufigsten voraussetzt; auch war der Witterungs-Charakter vor diesem Erdstoße so auffallend

von dem gewöhnlichen, regelmäßig herrschenden abweichend, daß unterrichtete Personen bereits 4 Tage zuvor ihm ein Erdbeben weissagten und ihn wegen Aufstellung seiner Instrumente warnten, ein auffallender Beleg für die oben erwähnten Beziehungen zwischen den Erdbeben und dem Zustande der Atmosphäre.

Wenn nun schon übrigens die bisher angegebenen Beispiele dazu gedient haben, uns einen Begriff von dem tiefen Eingreifen der Erdbeben in die Oekonomie unseres Erdkörpers zu geben, wenn wir gesehen haben, wie das Festland, das Meer und die Atmosphäre entschieden Theil nehmen an den von ihnen veranlaßten Ereignissen, so wird doch unstreitig wohl nichts mehr dazu dienen, uns einen richtigen Begriff von der Großartigkeit der behandelten Erscheinungen zu geben, als wenn wir am Schlusse dieser Betrachtung noch eine Uebersicht der Verbreitung einiger Erdbeben hinzufügen, und dieser dann unmittelbar noch einige Erläuterungen über die Wirkungen folgen lassen, welche dieselben an einigen Theilen der Erdoberfläche ausgeübt haben.

Daß es Erdbeben gegeben habe, welche sich über sehr große Strecken Landes verbreiteten, ist zum Theil schon gelegentlich aus dem Vorhergehenden hervorgegangen, nichtsdestoweniger ist es indeß interessant, diesen Gegenstand noch einer besondern Beleuchtung zu unterwerfen, um sich die Hauptumstände solcher Vorgänge zu versinnlichen. Schon aus alten Zeiten bewahrt uns die Geschichte durch Ammianus Marcellinus den Bericht von einem Erdbeben während der Regierung Valentinian's I., welches gleichzeitig alle Theile des damals bekannten Festlandes der alten Welt afficirte. Die Erdbeben, welche Syrien verwüsteten, haben sich mehrfach im Westen bis an die Küstenländer Italiens und Spaniens, im Osten dagegen bis an die Ufer des persischen Meerbusens und bis nach Indien bemerkbar gemacht, und eben so sind häufig die Erschütterungen an der Westküste von Südamerika, in Chili und Peru, über einen Raum von

600 Stunden Längenausdehnung fortlaufend bemerkt worden.

Von keinem der in neuerer Zeit vorgefallenen größeren Erdbeben ist man indeß wohl so genau in Bezug auf seine Verbreitung und Wirkungen unterrichtet worden, als von dem zu Lissabon, welches am 1. November 1755 anfing. Die Verhandlungen der Societät zu London und eine eigene darüber erschienene Schrift von Kant enthalten darüber die schätzbarsten Sammlungen, aus welchen wir das bemerkenswertheste Detail herausheben.

Nach einer vorläufigen Uebersicht von dem Erschütterungskreise dieses Erdbebens ergibt es sich, daß etwa 700,000 geographische Quadratmeilen dadurch bewegt worden sind, welches nahe den 12ten Theil von der Oberfläche der ganzen Erdkugel (9,260,500 geographische Quadratmeilen) ausmacht. Denn die Wirkungen erstreckten sich nicht nur über alle Theile des Kontinentes von Europa, sondern sie gingen auch nach Amerika über, und waren nicht minder heftig in einem großen Theile der Küstenländer von Afrika.

Zunächst, was Europa betrifft, so finden wir die Thatsache konstatirt, daß die ganze iberische Halbinsel, am Tage und in der Stunde des ersten Erdstoßes von Lissabon, mit erschüttert wurde. Wie diese Wirkung sich in den Küstengegenden zu Cadix, Setuval geäußert, haben wir bereits gezeigt; sie war stark auch zu Gibraltar und in der Umgegend von Malaga. Doch auch im Centrum des Landes ward Madrid hart davon mitgenommen, und man spürte hier den ersten Stoß um 10 Uhr 17 Minuten (zu Lissabon um 9 Uhr 50 Min.), welches, wie schon Kant bemerkte, zufolge des geographischen Längenunterschiedes beider Orte, genau dieselbe Zeit ist. In den Pyrenäen empfand man, nach Palassou, ebenfalls die Bewegungen. Im südlichen Frankreich öffnete sich bei Angoulême im Languedoc eine 6 Stunden lange Spalte, auf deren Boden sich eine tiefe Wassermasse befand; in der Provence ward

das Wasser mehrerer Quellen trübe, roth gefärbt, und sie zeigten große Unregelmäßigkeiten in ihren Abflüssen.

Weiter nach Osten fortsetzend, waren die Wirkungen dieser Erschütterungen in den Alpen ganz besonders fühlbar. Schon am 1. November um die Mittagszeit war besonders das Wallis afficirt worden, und vorzugsweise litt Brieg hier durch Einstürzen von Häusern, Risse in den Mauern viel Schaden, ja die Erschütterungen dauerten selbst dort, wie in Lissabon, lange noch fort, und wurden zwischen dem 9. und 21. December fast täglich verspürt; nördlich von der Stadt hatte sich am Abhange der Kette des Berner Oberlandes ein Berg gespalten, aus welchem fortan eine neue Quelle hervortrat. Viel geringer äußerten sich diese Wirkungen bei Genf und Neuschatel, und noch weniger in andern Theilen der Alpen, doch wurden fast in dem ganzen Gebiete derselben auffallende Beunruhigungen der zwischen hohen Bergen eingeschlossenen Landseen verspürt; ganz besonders war dieß der Fall bei dem Neuschateller See, welcher übertrat, und bei dem die sich in ihn ergießenden Bäche trübe und schlammig wurden. Der benachbarte, viel kleinere Murtner See soll dabei sein Niveau um 3 Ellen gesenkt haben und später in diesem Zustande verblieben seyn. Besonders stark ward dabei auch der Comer See afficirt, und von den den Alpen zunächst liegenden Orten auf der italienischen Seite, welche das Erdbeben mit empfanden, nennen wir besonders Turin und Mailand. Das erstere blieb, sonderbar genug, beim Stoße des ersten Tages unerschüttert, und ward erst am 9. beunruhigt, das letztere aber bebte bereits am 1. November so stark, daß man seinen Umsturz befürchtete. Gleichzeitig wurden dieselben Wirkungen in den ganzen Küstenländern Italiens mit empfunden, und insbesondere verdient es bemerkt zu werden, daß der Vesuv, welcher am Morgen des ersten Tages sich in einiger Aufregung befunden hatte, plötzlich zur Stunde des Erdstoßes ruhig ward, und daß die von ihm im heftigen Wirbel auf-

steigende Rauchsäule, wie v. Hoff berichtet, in den Krater zurückschlug.

Doch auch nordwärts der großen Alpenkette verbreiteten sich diese Erschütterungen sehr merklich; man spürte sie in Baiern, besonders zu Augsburg; in Thüringen zeigten sich auffallende Schwankungen, besonders in dem Wasserspiegel des Salzunger Sees, und etwas Aehnliches fand an einem See bei Templin statt, wohin sich sonst nie eine bekannte Erdbebenwirkung verirrt hatte. Die heißen Quellen von Töplitz zeigten ferner am ersten Tage und fast zu derselben Stunde eine merkwürdige Beunruhigung, während der Karlsbader Sprudel keine Störungen erlitt. Uns berichtet nämlich Steplin, daß die Quellen plötzlich ohne ein vorhergegangenes Ereigniß trübe wurden (zwischen 11 und 12 Uhr), und dann etwa eine Minute lang zu fließen aufhörten; dann aber brachen sie plötzlich wieder mit ganz ungewöhnlicher Heftigkeit hervor und erschienen roth gefärbt, beladen mit einer großen Menge von Eisenocker. Sie floßen so stark, daß in einer Zeit von einer halben Stunde alle Badebecken überliefen und der Platz in der Vorstadt überschwemmt wurde. Die Quellen wurden wieder klar, doch behauptet man, daß das Wasser seit dieser Zeit reichlicher als zuvor fließe, daß es heißer und reicher an festen Bestandtheilen geworden sey. Beides Umstände, welche leider nicht durch glaubwürdige Beobachtungen erwiesen sind.

Auch in Norwegen und Schweden wurden gleichzeitig einige der dortigen Landseen, wie der Wenernsee, auffallend beunruhigt.

Noch merkwürdiger waren aber unstreitig wohl die Schwankungen des Meeres in den Küstengegenden, welche bis nach diesen Ländern hin sich erstreckten. Sie zeigten sich wenige Minuten nach dem ersten Stoße zu Lissabon schon an der Küste von Holland bei Leyden, wo das Meer etwa 1 Fuß über den gewöhnlichen Stand stieg (um 10½ Uhr); zu Rotterdam empfand man gleichzeitig eine Erschütterung in der Kirche.

Zu Glückstadt, an den Mündungen der Elbe, wo das Meer sich in eine konisch verengte Bucht drängt, war das Steigen desselben, 15 Minuten nach dem Ereignisse in Lissabon, noch bedeutender, und zu Hamburg sah man an jenem Tage mit Verwunderung das Wasser um 12 bis 18 Zoll steigen und sinken, als Rückwirkung gleichsam von der Aufregung des Meeres an der Mündung des Tajo. Es empfanden eben dasselbe in geringerem Grade die Küsten von Dänemark und Norwegen, und selbst in der Ostsee wurden Schwankungen an den Ufern von Holstein, Mecklenburg und Pommern wahrgenommen, ja selbst noch deutlich in dem entfernten Winkel von Abo in Finnland.

Mehr als die Küstenränder des Kontinentes wurden die des großbritannischen Insellandes von diesen Bewegungen beunruhigt. Am Strande von Cornwallis wurde großes Unglück angerichtet, weil das Meer sich um 8 bis 10 Fuß über seinen gewöhnlichen Stand erhob, und Schiffe daher losgerissen und weggeschleudert wurden. Zu Cork in Irland scheint die Aufregung noch heftiger gewesen zu seyn; schwächer, aber dennoch bemerkbar, war sie zu Liverpool, an den Küsten von Northumberland und in den Häfen von Schottland. Doch war es nicht nur ein Zurückprallen der Gewässer, welche von Portugals Küsten herbewegt wurden, sondern auch der Boden des Festlandes machte diese Schwankungen mit. Es traten in Essex, nach den vorhandenen Beobachtungen, die Teiche aus; in den Gruben von Derbyshire wurden die Bergleute durch heftige Stöße erschreckt, welche sie glauben machten, daß ein Theil ihrer Baue eingestürzt sey, und die bedeutenderen Seen Schottlands, der Loch-Lomond, Loch-Neß, Loch-Long und Loch-Ketturin stiegen wiederholt zwischen 10 und 11 Uhr um 2 bis 3 Fuß über ihre Ufer.

Außer Europa und der dem mittelländischen Meere zugekehrten Küste von Afrika erfuhren, wie wir oben erwähnten, auch die dem großen Ocean zugekehrten Küsten von Afrika eine sehr lebhafte Beunruhigung. Der damalige Gouverneur von Gibraltar, General

Fouke, sammelte die hieher gehörigen Nachrichten. Es ergibt sich daraus, daß gleichzeitig mit den Erschütterungen zu Lissabon fast alle bekannten Orte im Reiche von Marokko, wie Tetuan, Tanger, Fez, Mequinez und Marokko, großentheils umgestürzt wurden. Nahe bei Marokko selbst ging ein Dorf mit etwa 8—10,000 Einwohnern unter; bei Mequinez spaltete sich ein Berg, aus welchem mehrere Tage lang geröthetes Wasser hervorfloß; auch hier war überall der 1. November Vormittags der unruhigste Zeitpunkt. Auf den Inseln in der Nähe des Festlandes, den canarischen und azorischen, geschah dasselbe; Madeira ward insbesondere an seinen Küsten beunruhigt, denn das Meer stieg zu Funchal vier= bis fünfmal 15 Fuß über seinen gewöhnlichen Stand und richtete große Verwüstungen an.

Doch auch bis zu den gegenüberliegenden Küsten Amerika's pflanzten sich die Beunruhigungen des Festlandes und des Meeres mit verhältnißmäßig sehr ansehnlicher Energie fort. Die kleinen Antillen, welche dem mexikanischen Meerbusen vorliegen, empfingen den ersten Stoß, und sie litten durch das außerordentliche Steigen der Fluth an demselben Tage Nachmittags (also früher als Lissabon). Zu Barbados, wo die gewöhnliche Fluthhöhe 2 Fuß bis 2 Fuß 4 Zoll beträgt, stieg sie an diesem Tage um drei Uhr stellenweise 20 Fuß hoch, und sie erreichte auf Antigua und Martinique 15 Fuß Höhe. Das Wasser, welches sie mitbrachte, war schwarz wie Tinte gefärbt, und A. v. Humboldt schreibt dieß dem Aufrühren des Meeresgrundes zu, welcher dort reichlich mit Erdpech bedeckt ist. Uebrigens liegen diese Gegenden in gerader Linie fast 900 geographische Meilen von Lissabon entfernt. Auch in Nordamerika endlich spürte man die Wirkungen dieses Erdbebens; Boston erlitt am 1. November gegen Mittag mehrere heftige Stöße (12 ½ Uhr), New=York ward ebenfalls (am 18. November) erschüttert, während die Bewegungen zu Lissabon noch fortdauerten; eben so war es in Pennsylvanien, und besonders stark waren

die Schwankungen schon seit dem October in den Umgebungen des Ontariosees in Canada gewesen.

Dieses außerordentliche Beispiel der Verbreitung einer und derselben unterirdischen Aufregung mag in der dargestellten Ausführlichkeit hinreichen, um den oben angedeuteten Zweck zu erfüllen, und zugleich als Beweis dienen, wie ganz von lokalen Einflüssen, welche Bewegungen des Bodens hervorrufen können, unabhängig, und in wie ansehnlicher Tiefe unter dem Grunde der großen Meere die Ursachen der Erdbeben ihren Sitz haben müssen. In der That dürfen wir es demnach als sicher begründet annehmen, daß, wie das Wasser über der Erdoberfläche, so auch der Heerd der Erdbeben unter derselben zu den wesentlichen Theilen des Planeten gehöre. Denn es bedarf hier wohl nur der einfachen Erwähnung, daß Beispiele ähnlicher Art, wie das jetzt betrachtete, sich in Menge von andern Gegenden der Erde nachweisen lassen, und daß mithin, so wie es keine Gebirgsart gibt, welche nicht mit von den Wirkungen der Erdbeben ergriffen würde, so auch kein Theil der Erdoberfläche vorkommt, welchen wir nicht als in unterirdischer, mehr oder minder leicht zugänglicher Verbindung mit dem Heerde der Erdbeben annehmen dürfen.

Schon oben haben wir von den unterirdischen Detonationen in den Steppen von Venezuela gesprochen, welche sich gleichzeitig über einen Raum von 2200 geographischen Quadratmeilen vernehmen ließen. Alex. v. Humboldt erwähnt ferner, daß an den Küsten von Chili bis zum Golf von Guayaquil sich die Wirkungen der Erdbeben über eine Längenausdehnung von 600 Stunden von Süden nach Norden, oder umgekehrt, in einem Augenblicke verbreiten.

Erst neuerlich haben wir noch aus den Molukken ein glänzendes Beispiel von Größe und Schnelligkeit der Verbreitung von Erdbeben erfahren, welches wir füglich den eben erwähnten an die Seite setzen können. Es ist dieß das furchtbare Erdbeben, welches im Jahre 1815 sein Centrum unter der Insel Sumbava hatte,

und vom April bis Junius dauernd, mit einem großartigen vulkanischen Ausbruche auf derselben verknüpft war. Nach den Berichten von Stamford Raffles, damaligem Gouverneur der Insel Java, verbreiteten sich die Wirkungen dieser Erscheinung über die gesammten Molukken und die Nachbarinsel Java, einen Theil von Sumatra, Celebes und Borneo, in einem Kreise von vielleicht 200 geographischen Meilen Halbmesser. Mehr als 60 geographische Meilen weit von dem Sitze des Erdbebens erfuhr man die Erschütterungen und das sie begleitende Donnergeräusch gleichzeitig, und so, daß man es überall als ganz aus der Nähe herkommend ansah. Man verfiel daher auch in dieselben Irrthümer über seine Entstehung (durch Kanonenschüsse), wie in den früher erwähnten Beispielen von den Clanos di Calabozo und von Meleda. Der entfernteste Punkt auf Sumatra, an welchem die Erschütterungen noch wahrgenommen und das Knallen gehört wurde, lag etwa 194 geographische Meilen von dem Ursprunge des Erdbebens. Von der Bevölkerung Sumbava's gingen dabei gegen 12,000 Menschen verloren, und doch würde, wie ausdrücklich erwähnt wird, dieses Ereigniß wahrscheinlich ganz unbeachtet vorübergegangen und uns unbekannt geblieben seyn, hätte nicht gerade ein so unterrichteter und wissenschaftlicher Mann, wie Stamford Raffles, sich in der Nähe befunden.

Wir kommen nun noch zu der Betrachtung der Veränderungen, welche die Erdbeben in der Oberflächengestalt der Erde hervorzubringen im Stande sind. Sie werden aus den in der Einleitung entwickelten Gründen zur Beurtheilung der Kräfte, welche in früheren Perioden der Erdbildung thätig waren, um deren Veränderungen in der Urzeit zu bewirken, interessant seyn.

Es ist passend, hier ganz im Allgemeinen zu bemerken, daß es verhältnißmäßig zu der Zahl der beobachteten Erdbeben nur sehr wenige gibt, welche in Beziehung auf die Gestalt der Oberfläche bleibende Veränderungen zurücklassen; die meisten derselben gehen spurlos vorüber, ja viele bleiben in Gegenden, in

welchen die vulkanische Thätigkeit in großer Tiefe schlummert, selbst ganz unbemerkt. Wenn sie bedeutender sind, beschränken sie sich gewöhnlich darauf, nur die Werke der Menschen zu zerstören, ohne die Gestalt des Bodens zu verändern, auf welchem sie standen; wenige nur drücken den Gegenden, in welchen sie herrschten, ein Gepräge ihrer einst vorübergegangenen Thätigkeit in unvertilgbaren Zügen auf.

Das Wesen der oft in ihren einzelnen Erscheinungen so mannigfaltigen Aenderungen, welche die Erdoberfläche von den Wirkungen der Erdbeben erleidet, besteht vorzugsweise in Hebungen und Senkungen einzelner Theile derselben über oder unter ihr früheres Niveau. Die im Vorhergehenden beschriebene wellenförmige Bewegung der Stöße, welche den herrschenden Charakter der Erdbeben bildet, läßt in Fällen größerer Heftigkeit wohl den Boden nahe so zurück, wie er im Augenblicke ihres Vorübergehens gestaltet wurde. Da sich die feste Masse der Erdrinde indeß nicht in wellenförmige Gestalt biegen kann, ohne zu reißen, sich zu verschieben und von den Erschütterungen zusammengerüttelt zu werden, so ist die Bildung von Spalten das häufigste Ereigniß, welches bei Erdbeben bemerkt worden. Fast in keinem Berichte über einen bedeutenderen Vorfall dieser Art fehlt die Bemerkung, daß der Erdboden an vielen Stellen zerrissen sey und mehr oder minder ansehnliche Spalten bekommen, die sich mehrfältig geöffnet und wieder geschlossen haben, und deren Längenausdehnung oft sich Meilen weit bei einer sehr geringen Breite erstreckt hat. Bei dem Erdbeben von Calabrien haben sich nach den verschiedenen Stößen desselben solche Spalten zu Tausenden gebildet, und besonders ward die Umgegend von Polistena in so großem Maßstabe davon heimgesucht, daß sie allein dadurch ganz unwegsam geworden war. Auch bei dem Erdbeben von 1805 in der Grafschaft Molise werden Spaltenbildungen von außerordentlicher Größe, Ausdehnung und Anzahl beschrieben, welche noch lange nachher offen blieben. Bei dem Erdbeben von Catania, 1818,

rissen nach **Agatino Longo** mehrere den Erdboden durchsetzende Spalten gleichzeitig die auf ihnen stehenden Häuser auf, die Mauern derselben klafften so auseinander, daß auf Augenblicke der Mond in das Zimmer schien, und dann schlossen sie sich so fest wieder, daß man von ihrer Anwesenheit kaum eine Spur bemerken konnte. Dasselbe ereignete sich im Jahre 1831 bei einem Erdstoße zu Aci reale nahe bei Catania.

Merkwürdig ist es, daß in der Richtung der so aufgerissenen Spalten sich oft etwas Konstantes für gewisse Distrikte zeigt; so lagen die bei dem Erdbeben in dem untern Theile des Mississippithales sich bildenden und zum Theil noch 7 Jahre später geöffneten Spalten sämmtlich in der Parallelrichtung von Südwest nach Nordost, welches zugleich die der nächstliegenden Gebirgskette der Alleghany ist. An manchen Orten nehmen diese Spalten nicht nur eine und dieselbe Richtung, sondern sie reißen sogar, aus Gründen, welche in der Zusammensetzung des Bodens liegen mögen, genau an derselben Stelle stets wieder auf, und nehmen denselben Verlauf mit allen kleinen Unregelmäßigkeiten, ein Fall, wovon ich ein sehr merkwürdiges Beispiel zu Caltanisetta in Sicilien gesehen habe.

Noch mehr als die Zerreißungen des Bodens, deren wir unzählige Beispiele anführen könnten, nehmen die Hebungen desselben unsere Aufmerksamkeit in Anspruch, welche allein das unzweifelhafte Resultat einer vulkanischen Kraft sind, einer Kraft, welche von innen heraus wirkt, allen Widerstand überwindend, den die gewiß sehr mächtige Decke der Erdkruste, in scheinbarer Ruhe verweilend, derselben entgegensetzt. Viele Senkungen des Bodens sind auch durch sie bewirkt worden, doch können diese auch überall, außerdem an solchen Orten ohne Erdbebenwirkung, vorkommen, wo Höhlungen im Innern der Erdrinde vorhanden sind, und viele Ereignisse der Art sind gewiß oft mit Unrecht mit den Einwirkungen der Erdbeben verwechselt worden. Es wird uns daher zunächst besonders interessant seyn, Beispiele von Hebungen des Bodens aufzusuchen, welche

von bleibender Dauer die Gestalt der Erdoberfläche veränderten.

Viele Fälle dieser so merkwürdigen Erscheinung sind in älteren Zeiten vorgefallen, aber unbemerkt geblieben, theils weil man diese Erscheinungen sich oft auf eine ganz andere Weise zu erklären suchte, theils weil sie nicht für so wichtig gehalten wurden, um ihre Kenntniß aufzubewahren. Doch gibt es auch Fälle dieser Art, welche in neueren Zeiten sich unter den Augen vorurtheilsfreier Beobachter ereignet haben. Das Erdbeben von Lissabon ist nicht ganz ohne Hebungen einzelner Gegenden vorübergegangen. Bei Colares, als die Felsen von Alvidras aufspalteten und ein Theil derselben in's Meer stürzte, wurde der Boden eines kleinen Küstensees erhoben, welcher bisher immer gegen 12 Fuß tief Wasser zu halten pflegte, und von welchen nun so wenig die Spur einer früheren Vertiefung zurückblieb, daß man an seiner Stelle eine wagrechte Ebene erblickte. In den Umgebungen war der Lauf der Bäche, welche sich in's Meer ergießen, so abgeändert worden, daß man deutlich daraus abnehmen konnte, wie Veränderungen in den Niveauverhältnissen der Oberfläche vorgegangen seyn mußten.

Ganz dasselbe wird in viel höherem Maße von dem Erdbeben in Calabrien berichtet. Bei den oben erwähnten Spalten in dem Territorium von Polistena ist es eine oft erwähnte Thatsache, daß sehr häufig ein Rand derselben beträchtlich höher stand, als der andere ihm entsprechende. In dem Städtchen Terra nuova waren einige Häuser über ihr früheres Niveau erhoben und andere eingesunken, und besonders auffallend zeigte sich nach dem Berichte der Kommissarien der Akademie zu Neapel einer der dortigen alten Festungsthürme, welcher quer durchgespalten war, und von welchem sich die eine Hälfte hart an der andern etwa um 15 Fuß erhoben hatte, während die Fuge zwischen beiden fest geschlossen schien, wie ein Gang, welcher Gebirgsschichten durchsetzt. Dolomieu erwähnt, daß bei Cosoleto ein Haus mit seinen Umgebungen durch einen Erdstoß einige hundert

Fuß weit unbeschädigt aus seiner Lage geschoben und an einem bedeutend höheren Orte wieder abgesetzt wurde. Eine Wassermühle ward mit ihrem Ufer erhoben und stand jetzt hoch über dem Bache, welcher sie früher in Bewegung gesetzt hatte. Was indeß von Krümmungen und Zerreißungen der Schichten durch Hebungen und Senkungen Ausgezeichnetes und für geologische Schlüsse Erfolgreiches bei diesem Erdbeben sich ereignete, das hat wohl Niemand deutlicher und anziehender dargestellt, als Fleuriau de Bellevue, welcher diese Gegenden ein Jahr nach der Katastrophe bereiste.

Auch in andern Welttheilen haben dergleichen Erscheinungen und in nicht geringerem Maße stattgefunden.

Von Lanzerote, einer der kanarischen Inseln, führt A. v. Humboldt an, daß in der Mitte des vorigen Jahrhunderts nach einem Ausbruche des Vulkans Temanfaya sich an den Küsten zwei pyramidale Basaltfelsen erhoben, und sich allmählig mit dem Hauptlande der Insel durch Erhebung des dazwischen liegenden Landstriches so verbanden, wie sie gegenwärtig noch dort gefunden werden.

An der Küste von Cumana hat man mehrfältige Veränderungen der Oberflächengestalt durch Erhebung bei Erdbeben vorgehen sehen; so erhob sich 1797 bei dem Erdbeben eine Klippe an der Mündung des Rio Bordones, und 1766, bei der ersten bekannten Zerstörung von Cumana, vergrößerte sich durch Erhebung aus dem Meere die Punta Delgada auf der Südküste des Golf von Cariaco; in dem benachbarten Rio Guarapiche bei dem Orte Maturin erhob sich eine Klippe, welche früher dort gar nicht bekannt gewesen war.

Unstreitig das deutlichste und erfolgreichste Beispiel von Hebungen durch Erdbeben in Südamerika ist erst ganz neuerlich von der Küste von Chili bekannt geworden. Dort war in den Jahren 1822 und 1823 eine Reihe beträchtlicher Erdbeben, welche mit den heftigsten Stößen am 19. und 20. November 1822 begannen und bis zum September 1823 fortdauerten, und zwar oft so häufig, daß zuweilen Tage lang die Stöße mit

Zwischenräumen von 5 Minuten sich wiederholten. Sie beunruhigten, wie es schien regelmäßig von Süden nach Norden fortsetzend, den ganzen Küstenstrich von Lima bis Conception, auf eine Erstreckung von 20 vollen Breitegraden (300 geographische Meilen), und wirkten ostwärts bis zu der der Küste parallel streichenden Kordillerenkette. Es wurden dabei die Städte Valparaiso, Melipilla, Quillota und Casa blanca zerstört und San Jago stark beschädigt. Zufällig war eine durch Bildung ausgezeichnete Engländerin, Maria Graham, zu Quintero, nahe bei Valparaiso, anwesend, und ihr verdanken wir einen sehr merkwürdigen Bericht über das ganze Ereigniß, welcher ein großes geologisches Interesse in Anspruch nimmt. Sie bemerkte am Morgen nach heftigen Stößen (am 20. November) in allen kleinen Thälern der Nachbarschaft, welche mit aufgeschwemmtem Boden erfüllt waren, die Erdoberfläche auf's Mannigfachste zerrissen, und daß Sand und Wasser in großer Menge aus den Rissen hervorgetreten war; in einem dieser Thäler, genannt Vina a la Mar, war die ganze Fläche mit etwa 4 Fuß hohen Kegeln bedeckt, die aus Wasser und Sand aufgeschüttet und deutlich aus kegelförmigen Löchern hervorgetreten waren, ganz ähnlich wie dieselben auch in Calabrien beobachtet wurden. Die Umgebungen des Sees von Quintero, welcher mit dem Meere kommunicirt, waren durchlöchert wie ein Schwamm. Nächst diesen Wahrnehmungen aber, welche auf das Ausströmen gasförmiger Flüssigkeiten aus dem Boden deuten, zeigten die Granitfelsen, welche dort die Küste bilden, noch merkwürdigere Verhältnisse. Es waren nämlich dieselben ursprünglich von vielen parallelen, kleinen Quarzgängen durchschnitten, und sie zeigten nach dem Erdbeben sehr viel scharfe, mit den alten parallele Spalten, die zum Theil bis 1½ Meilen ununterbrochen fortsetzten und sehr deutlich von den ältern durch ihre Frische zu unterscheiden waren. Endlich aber, was wohl das Bedeutendste war, zeigte sich auch der Granit der ganzen Küste auf einer Strecke von etwa 20 geographischen

Meilen, ganz regelmäßig um etwa 3 — 4 Fuß über sein früheres Niveau erhoben. Felsen, auf welchen Fischer die an ihnen festklebenden Kammmuscheln sammelten, waren jetzt selbst bei der Fluthzeit über dem Wasser vorragend zu sehen, und ganze Reihen von Austerbänken, welche hart am Saume des Meeres lagen, waren jetzt trocken auf den flachen Strand gelegt; viele Fische wurden getödtet; ein Schiffswrack, welches in einiger Entfernung von der Küste und so lag, daß man sich ihm früher nicht nähern konnte, war nun auf dem Trockenen erreichbar. Mrs. Graham ward bei dieser Gelegenheit darauf aufmerksam, daß diese Küste in früheren Zeiten bei Erdbeben schon in ähnlicher Weise mehrfach muß gehoben worden seyn, und zwar um ähnliche Größen; denn man sah deutlich mehrere alte Uferlinien, schön bezeichnet durch längs den Granitwänden fortlaufende wagerechte Streifen von festklebenden Muscheln, Serpeln, Balanen und Meeresschlamm, deren einige bis zu 50 Fuß hoch über den gegenwärtigen Meeresspiegel erhoben waren.

Diese letzte Wahrnehmung, welche, auffallend genug, nicht früher gemacht war, ist unstreitig für die Einsicht in die Geschichte unserer Erdoberfläche von sehr großer Wichtigkeit, denn sie steht keinesweges vereinzelt, und ihr schließen sich sehr zahlreiche Beispiele von in vielen Küstenländern der Erde beobachteten alten Meeresrändern an, deren Erhebungen durch Erdbeben oder verwandte Wirkungen, nicht so wie hier unter unsern Augen, sondern in älteren uns unbekannten Zeiten erfolgt sind. So bemerkte man z. B. etwas völlig hieher Gehöriges an den Küsten der Insel Jura, einer unter den Hebriden. Dort sah Vetch an der dem hohen Meere zugekehrten Westseite in einer Längenerstreckung von 1 ½ — 2 geographische Meilen längs dem Felsenufer eine Reihe von ausgezeichneten Terrassen, 6 — 7 übereinander, deren niedrigste im Niveau des Meeres, die höchste etwa 40 Fuß darüber lag. Auf den wagerecht zwischen denselben liegenden Oberflächen der Stufen, welche etwa 200 Fuß Breite be-

sitzen, lag der Boden voll von abgerollten Kieseln derselben Art, wie das Meer sie noch heute an's Land wirft, und an der gegenüberliegenden Ostseite der Insel fand sich keine Spur dieser Erscheinung; wohl aber zeigt sich Aehnliches an andern Nachbarinseln, z. B. Skye, und an mehreren Küstenpunkten von England hat man neuerdings Ansammlungen von gegenwärtig noch im Meere lebenden Muschelarten mit Meeressand in ihrer ursprünglichen Lage und in Erhebungen von 100 Fuß und darüber über dem gegenwärtigen Meeresspiegel gefunden. Diese Thatsachen lassen sich entschieden wohl nicht anders erklären, als durch ein in vielen Fällen ruckweises Emporsteigen einzelner Theile des Festlandes über den Meeresspiegel, unerachtet man sich nur sehr schwer zu dieser Ansicht hat bequemen wollen. Diesem ganz Aehnliches hat der verdienstvolle Reisende Peron an einigen Inseln in der Nähe von Van Diemensland beobachtet. Ausgezeichnet deutlich scheint dieselbe Erscheinung an der Küste von Calabrien sich darzustellen; denn dort bemerkte u. a. Dolomieu, daß die Granitküste unweit der Stadt Tropea, deren Granit in Schönheit dem orientalischen kaum nachsteht, auf einer Strecke von fast 3 geographischen Meilen, von Cap Zambrone bis Cap Vaticano, von vier übereinander liegenden kleinen Ebenen oder Terrassen gebildet werde, welche genau die Gestalt einer Treppe haben und durch steile Abhänge von einander getrennt werden. Diese steilen Parthieen sind immer nackter Granitfels, auf den Zwischenflächen aber finden sich Bedeckungen von weißem Sande, erfüllt mit den Resten von Meeresthieren, besonders von schönen Echiniten, ganz ähnlich den Lagen, welche sich noch heute bei Tropea selbst am Strande bilden.

Es würde leicht seyn, noch eine große Zahl von ähnlichen Thatsachen zusammenzustellen, deren in Beziehung auf die Küstenländer Italiens Brocchi viele gesammelt hat; statt aller mag es indeß genügen, hier vorzugsweise nur eine hervorzuheben, welche lange Zeit hindurch ein sehr allgemeines und wohlverdientes In-

teresse erregt hat. Es ist dieß die merkwürdige Erscheinung, welche die Ruinen des Serapis-Tempels bei Pozzuoli darbieten. Etwa 100 Schritte oder nur wenig darüber von dem heutigen Ufer des Meeres entfernt, im Golf von Bajä, dicht neben der Stadt Pozzuoli, unweit Neapel, zeigen sich die Reste dieses, wegen seiner noch deutlich erhaltenen Konstruktion und wegen des Reichthumes von kostbarem Material den Architekten und Archäologen wohlbekannten Tempels in den gut erhaltenen unteren Theilen der Mauern eines länglichen Viereckes von etwa 60 Schritt Durchmesser. In dem hinteren Theile desselben stehen gegenwärtig noch drei schöne, etwa 40 Fuß hohe Marmorsäulen aufrecht an ihrer ursprünglichen Stelle auf ihren Postamenten, und sie waren es, welche früher mit ihren oberen Enden allein über der Oberfläche hervorragten, während die übrigen Theile des Gebäudes mit Schutt bedeckt waren. Man entblößte dieselben endlich in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, und indem man den ganzen Tempel freistehend, wie er sich gegenwärtig befindet, aufdeckte, sah man mit Verwunderung, daß in etwa 15 Fuß Erhöhung über dem heutigen Meeresspiegel die erwähnten großen Säulen von einer 3 Fuß breiten Zone von Löchern umgeben waren, wie sie an den Meeresküsten noch gegenwärtig von den Bohrmuscheln gebildet werden, die sich besonders da, wo die Küsten aus Kalkstein, Thon und andern weichen Gebirgsarten bestehen, in großer Menge zu finden pflegen. Da diese Muscheln stets nur in der Nähe der Oberfläche des Meeres leben und gewöhnlich an den Felsen einen nur wenige Fuß breiten Streifen unter dem Meeresspiegel zu bilden pflegen, so schloß man natürlich, daß das Meer einst an dieser Stelle, also um mindestens 18 Fuß über seinem gegenwärtigen Niveau müsse gestanden und hier hinlänglich lange verweilt haben, um den Bohrmuscheln Zeit zu ihrer Aussiedelung zu lassen. Diese Erklärung, so einfach und natürlich sie auch erscheinen mag, hat dennoch bei ihrer in's Einzelne gehenden Anwendung auf die Oertlichkeit sehr zahlreiche Schwierig-

rigkeiten; denn es ist einleuchtend, das dieses Gebäude nicht ursprünglich auf dem Grunde des Meeres, überdieß in einer so ansehnlichen Tiefe kann erbaut worden seyn; es ist daher nicht nur die Annahme nöthig, daß das Meer ursprünglich hier gestanden und sich später zurückgezogen habe, sondern es muß in einer frühern Periode so hoch gestiegen und nachher sich wieder zurückgezogen haben. Diese Voraussetzung eines so auffallenden doppelten Vorganges, verbunden mit einer so ansehnlichen Niveauveränderung, hat in der That etwas äußerst Seltsames und Verwirrendes. Kein Wunder daher, daß fast alle Naturforscher, welche diese so viel besuchte Gegend betraten, ihren Scharfsinn in einer Menge von Versuchen zur Erklärung dieses Räthsels geübt haben, welche sich im Wesentlichen, trotz aller Verschiedenheit im Einzelnen, auf folgende reduciren lassen.

Im Allgemeinen war man bei allen älteren Erklärungsversuchen dieser Erscheinung stets der Ansicht geneigt, daß das Meer, nicht aber das Land einer Veränderung seines Niveau's, einem Wechsel von Steigen und Fallen unterworfen gewesen sey, und da die an dem Serapistempel gemachten Beobachtungen zuerst mehr den Archäologen als den Naturforschern bekannt wurden, so glaubte man in ihnen eine Bestätigung alter Meinungen von dem Durchbruche des schwarzen Meeres in das mittelländische vor der Eröffnung der Straße von Gibraltar zu finden; dieser Durchbruch, glaubte man, habe Ueberschwemmungen in den Küstenländern veranlaßt, welche auch den Serapistempel unter Wasser setzten, so lange, bis endlich der Durchbruch bei Gibraltar den so angestaueten Gewässern des Mittelmeeres wieder neuen Abfluß verschaffte. Diese Erklärung, welche unter den Neueren insbesondere Sickler wieder vorgetragen hat, erweist sich indeß bei nur einigermaßen näherer Prüfung als durchaus unstatthaft. Zunächst hat v. Hoff mit sehr überzeugenden Gründen erwiesen, daß die Meinung von dem Durchbruche der genannten Meere in einander nur auf ganz unsicheren und mit Recht in die vorhistorische Zeit zu versetzenden Sagen, nicht aber auf

Naturanschauung zuverlässiger Zeitgenossen dieser Erscheinung gegründet sey. Wollte man indeß aber auch annehmen, diese Ereignisse seyen wirklich jünger, als die Zeugnisse der Alten glauben lassen, so macht denn doch der Charakter der Ruinen dieses Tempels diese und ähnliche Voraussetzungen völlig unnütz; denn die Architektur dieses Gebäudes, von dessen Daseyn die Geschichte schweigt, beweist, daß die Errichtung desselben in die Blüthezeit römischer Baukunst, und aller Wahrscheinlichkeit nach in die Zeit des Augustus oder in die Epoche zwischen Augustus und Hadrian falle; ja, es sind einzelne Theile daran, welche zu beweisen scheinen, daß es vor dem Einbruche des Meeres noch im dritten bis vierten Jahrhundert nach Christus gestanden haben müsse; daß aber in jener Zeit die Verbindungen des schwarzen, mittelländischen und atlantischen Meeres bereits so wie jetzt existirt haben, bedarf keines weiteren Beweises.

Eine andere und unstreitig viel scharfsinnigere Erklärungsweise ist zuerst von dem piemonteser Naturforscher Padre Pini versucht worden, und eben derselben haben sich unter den Neueren vorzugsweise der verdienstvolle italienische Geognost Brocchi und namentlich auch mit wenigen Abänderungen in einer eigenen Abhandlung Göthe angeschlossen. Nach derselben wird vorausgesetzt, daß das Meer eigentlich niemals selbst im Niveau des durchlöcherten Ringes um die Säulen im Tempel gestanden habe, sondern man hält es vielmehr für wahrscheinlich, daß der durch den Verfall desselben aufgehäufte Schutt eine Art von vertieftem Becken gebildet habe. In dieses Becken, meinte man, seyen bei irgend einem außerordentlichen Ereignisse, etwa bei einem heftigen Sturme, die Meereswellen eingedrungen, so sey in ihm eine Lagune, ein Strandsee entstanden, und während langer Zeit durch den Zufluß einer benachbarten Mineralquelle, welche sich noch heute dort befindet, oder durch Regenwasser von den Uferbergen erhalten worden. In diese Lagune seyen zufällig einige Bohrmuscheln hineingerathen, und da Brocchi noch durch Versuche bewiesen hatte, daß diese Thiere auch in sehr verdünntem

Salzwasser gedeihen können, so schienen hiemit alle Erfordernisse gegeben, um das erwähnte Problem auf eine der Natur entsprechende Art zu lösen. Göthe hielt nicht einmal die Annahme von der Verdünnung des Meerwassers nöthig, da sich in den benachbarten und den Schutt bildenden vulkanischen Gebirgsarten ein starker Kochsalzgehalt befinde; auch schrieb er die Verschüttung der Ruine nicht ihrem eigenen Verfall, sondern einem Aschenregen zu, welchen die benachbarte Solfatara muthmaßlich im Jahre 1198 erzeugt habe.

Unmittelbar hieran schließt sich noch eine andere Erklärungsweise, welche ausschließlich v. Hoff vorgetragen hat, und welche im Wesentlichen in der Annahme besteht, daß das Meer hier niemals die Säulen berührt und die Bohrmuscheln ernährt habe, wohl aber die Säulen aus einem Steinbruche genommen worden seyen, welcher den Angriffen der Bohrmuscheln ausgesetzt war, und daß man sie nun der Symmetrie wegen so aufgestellt hätte, daß sich die durchlöcherten Ringe in einerlei Höhe befanden.

Ein öfter wiederholter Besuch dieser merkwürdigen Stelle hat dem verewigten Hoffmann die Mittel gegeben, aus eigner Anschauung ein Urtheil über die in Frage stehende Thatsache zu fällen, und er hat dieß in einer Abhandlung darzulegen versucht, welche das zur Begründung nöthige Detail enthält. Es ergibt sich daraus, daß weder die eine noch die andere der zuletzt angeführten beiden Voraussetzungen die richtige seyn könne; denn daß das Meer wirklich einst innerhalb der Ruinen des Tempels sich in der angegebenen Höhe befunden habe, ist unbestreitbare Thatsache. Gegen die Ansicht v. Hoff's spricht, daß nicht ausschließlich die drei noch stehenden großen Marmorsäulen von den Pholaden durchbohrt sind, sondern neben ihnen auch eine vierte von demselben Marmor, welche zerbrochen und umgestürzt wagerecht ihrer ganzen Länge nach und auf der oberen und unteren Fläche durchlöchert erscheint. Es erstreckt sich ferner die Durchlöcherung auch auf zahlreiche andere Säulen geringerer Größe, welche den innern Porticus

des Tempels und die Umgebungen einer Art von Cella bildeten. Diese Säulen aber können mit den erstgenannten unmöglich aus demselben Steinbruche genommen seyn, denn sie bestehen aus sehr verschiedenen Arten Marmor (als Giallo antico, Bardiglio, Rosso brecciato), welche niemals zusammen vorkommen. Die noch stehenden großen Säulen sind ferner auf der dem Meere zugekehrten Seite beträchtlich stärker angegriffen (angefressen), als auf der entgegengesetzten, und man sieht deutlich an ihnen die Wirkungen des Anschlagens der Meereswellen in kleinen Streifen und Auswaschungen. Noch findet man bei genauerer Untersuchung auf allen diesen Säulen, großen und kleinen, und selbst auf den von Pholaden nicht angegriffenen Granitsäulen, an den oberen Theilen der Mauern deutliche Ueberzüge, wie das Meer sie auf allen mit ihm in Berührung kommenden Körpern absetzt, gemengt mit darauf festgewachsenen Schalen der Serpeln, zahlreiche Ueberzüge von kleinen Korallen und mehreren Seemuscheln und Schnecken (Buccinum, Cerithium, Arca, Chama), welche nicht eben in Brak oder verdünntem Meerwasser zu wohnen pflegen. Das Meerwasser selbst stand also einst hier. Es war aber keine Küstenlagune, kein Strandsee, der hier einen Theil des Meeres von dem übrigen abgedämmt enthielt; dem widerspricht namentlich das ganze Ansehen der Oberfläche, welche keine Spur einer Beckenbildung zeigt. Ebenso sieht man sehr deutlich, daß die Mauern des Tempels stufenweise, je mehr sie sich von dem Meere entfernen, auch immer weniger und weniger tief angefressen sind, so daß ihr oberer Saum eine gegen das Meer gekehrte, sanfte Böschungslinie bildet, welche mit der des übrigen benachbarten Ufers sehr auffallend übereinstimmt. Das im Umkreise dieser Mauern beobachtete Phänomen ist keineswegs nur auf dieselben beschränkt, sondern es zieht sich wohl eine Viertelstunde weit längs der Küste unter einem steil abgerissenen alten Uferrande ein sanft gegen das Meer geneigter Streifen niedrigen Landes fort, welcher ganz gleichförmig aus locker aufgehäuften Schichten gebildet wird, welche viele Trümmer alter Gebäude,

Ziegelsteinbrocken, Marmor-, Granit- und Porphyrbruchstücke, Gefäßscherben enthalten, und über denen dann sich eine Schicht feinen Meeressandes mit einer großen Zahl von wohl erhaltenen Muscheln und Schnecken ausbreitet, von denselben Arten, welche noch heute in dem benachbarten Meere häufig vorkommen. Die Oberfläche dieses Landstriches ist fast überall bedeutend durch den Anbau verändert; aber dicht neben den Ruinen des Serapistempels sieht man die muschelführende Sandschicht genau in derselben Höhe, in welcher der obere Saum des Pholadenringes die Säulen einkerbt.

Hier muß also entschieden seit den letzten zweitausend Jahren das relative Niveau der Oberfläche des Festlandes und des Meeres sich zwei Mal auf eine sehr ansehnliche Weise geändert haben; ob es aber das Meer war, welches aufstieg und niedersank, oder ein Theil des Festlandes, welches sich in entgegengesetzter Richtung bewegte, das kann wohl kaum bezweifelt bleiben. Es ist klar, daß kein Theil der Oberfläche des Meeres dauernd seinen Stand zu ändern vermag, ohne daß die ganze übrige Wassermasse desselben gleichförmig daran Theil nähme; wäre aber ein solcher Wechsel in dem angedeuteten Zeitraume auch nur in dem Becken des mittelländischen Meeres vorgefallen, so würden sich von demselben sicher an den Küstenländern so deutliche und übereinstimmende Beweise finden, daß uns diese Thatsache längst als erwiesen bekannt seyn würde. Dem ist indeß ganz entschieden nicht so, und es bleibt daher nichts anderes übrig, als die hier vorgefallene Bewegung in dem Festlande zu suchen, welches durch eine dem Erdbeben gehörende Wirkung hier in historischen Zeiten einmal in ansehnlicher Ausdehnung gesunken und dann wieder eben so beträchtlich gestiegen ist, und zwar ohne der Form und der Zusammenfügung des Mauerwerkes und dem Aufrechtstehen der Säulen eine wesentliche Beeinträchtigung zuzufügen.

Wir haben absichtlich bei dieser Thatsache ausführlicher verweilt, da dieselbe eine der merkwürdigsten in ihrer Art ist, und der zufällige Umstand, daß sie sich

an einem der Geschichte zugehörigen Monumente findet, ihr einen ganz besondern Reiz gibt. Auffallen kann es übrigens, daß die Geschichte uns über das Nähere eines so gewöhnlichen Ereignisses fast ganz im Dunkeln läßt, so viel Mühe sich auch deßhalb insbesondere die vaterländischen Geschichtsforscher gegeben haben, hierher gehörige Nachrichten aufzusuchen. Das Beste, was wir darüber besitzen, ist unstreitig eine von Don Andrea di Jorio verfaßte Schrift, aus welcher hervorzugehen scheint, daß das Einsinken des Tempels erst sehr spät und sehr allmählig erfolgt sey. Nach dem Urtheile von Baukundigen nämlich muß der Tempel noch im vierten Jahrhunderte nach Christus gestanden haben, indem seinem hinteren Theile ein Bauwerk zugefügt worden ist, welches den Charakter dieser Zeit hat; er muß ferner noch vor dem Einsinken ins Meer in Schutt gefallen seyn, denn man fand in dem Erdreich, welches den untern Theil seiner Mauern ausfüllte, nicht nur keine Meeresreste, sondern sogar dazwischen eine Grabstätte angelegt, welche der spätern Römerzeit angehörte. Merkwürdig ist es, daß man quer durch den Tempel in diesem Erdreich, etwa in der Mitte desselben, eine Mauer gefunden hat, deren Construktion es deutlich beweist, daß sie nach Art der Bollwerke zum Schutz gegen das Eindringen der Meereswellen bestimmt war, welche später weit über sie hinaus gingen. Es ist daher wohl höchst wahrscheinlich, daß das Verschwinden dieser Ruinen im Meere in die Zeit jener dunkeln Jahrhunderte fällt, in welchen die Sarazenen jene Küstenländer verwüsteten, und aus welchen von der Specialgeschichte jener Gegenden so sehr wenig bekannt ist. Was aber das Hervortreten dieser untergesunkeneu Küste betrifft, so wird es sowohl durch di Jorio, als auch durch einige bereits von Hamilton gesammelte Thatsachen höchst wahrscheinlich, daß dasselbe durch den Einfluß der Erdbeben geschehen sey, welche im Jahre 1538 das Hervortreten eines neuen kleinen Vulkans begleitet haben. Wenigstens wird ausdrücklich von mehreren Seiten bemerkt, daß damals ein großer Theil der Küste bei Pozzuoli, und namentlich

die Stelle bei den Ruinen des Serapistempels, vom Meere entblößt worden sey, und daß die Regierung diese neu gewonnenen Landstrecken an geistliche Corporationen verliehen habe, worüber die Urkunden noch vorhanden sind.

Was dieser Erklärungsweise einen hohen Grad innerer Wahrscheinlichkeit gibt, ist der Umstand, daß überhaupt an den Küstenrändern der Bai von Pozzuoli die mannigfaltigsten Veränderungen in Beziehung auf die Niveauverhältnisse zwischen Land und Meer erweislich vorgefallen sind. Fast der ganze Umkreis derselben ist voll römischer Monumente, welche sich in Lagen befinden, in welchen sie entschieden ursprünglich nicht können erbaut worden seyn. Man sieht nämlich bei stillem Wetter die Substruktionen vieler Häuser in bedeutender Entfernung vom Lande, und selbst 15 und 20 Fuß tief unter dem Meeresspiegel; unter ihnen befinden sich die Postamente ganzer Säulenreihen, Treppen, welche in die Tiefe führen, Thür- und Fensterbogen; ganz in eben derselben Lage befinden sich zwei noch sehr wohl erhaltene Römerstraßen, eine, die von Bajae nach Misene führte, und eine andere von Pozzuoli nach dem Lucciner See. Es ist also gewiß, daß der Boden hier in späten Zeiten muß gesunken seyn, und daß er sich theilweise wieder erhoben habe, dafür spricht der nahe Monte nuovo zusammen mit den Phänomenen am Serapistempel.

C. Babbage entwickelte in einem Briefe an Fitton vom 12. März 1834 im Ganzen durchaus dieselben Ansichten, wie die hier dargelegten; auch er zweifelte nicht an hier vorgegangenen mehrfachen Schwankungen des Bodens, welche denselben wiederholentlich successive gesenkt und erhoben haben, ohne die davon betroffenen Gebäude aus ihrer senkrechten Stellung zu bringen. Er erwähnt ferner, wie Aehnliches sich verschiedentlich in den Umgebungen von Pozzuoli müsse ereignet haben; denn außer den von mir nachgewiesenen gesunkenen Gebäuden finden sich auch mehrfache Beispiele von Hebungen; am Monte nuovo sieht man die Reste eines alten Meeresufers 2 Fuß über dem gegenwärtigen Wasser-

spiegel; eine Reihe von Durchbohrungen durch Lithodomen sieht man 4 Fuß hoch am sechsten, 10 Fuß hoch am zwölften Pfeiler des Pento di Caligula, einen Streifen von Lithodomendurchbohrungen sieht man ferner 32 Fuß über dem Meeresspiegel an einer Felswand nahe gegenüber der Insel Nisida. Um aber diese merkwürdigen Erscheinungen erklären zu können, fügt Babbage noch eine sehr anziehende Betrachtung hinzu. Er hat nämlich nach einigen vorhandenen Versuchen Berechnungen über die Ausdehnung der bekannten Gebirgsarten durch die Wärme angestellt, und er findet danach, daß, wenn man den Gesteinen, auf welchen der Serapistempel steht, gleiche Ausdehnung mit dem Sandsteine zuschreibt und die Kruste derselben bis zum vulkanischen Herd 5 engl. Meilen dick wäre, dann eine Erhöhung der Temperatur derselben um 100° Fahr. oder 44,4° R. eine Erhebung von 25 Fuß an der Oberfläche erzeugen würde. Wenn man zugleich hiebei bedenkt, daß hier ganz in der Nähe sich mehrfach vulkanische Prozesse entwickelt haben, wieder erloschen und dann wiedergekehrt sind, so wäre es nicht unwahrscheinlich, daß zu gewissen Zeiten der Boden hier durch innere Erhitzung gehoben und darauf wieder durch Erkaltung und Zusammenziehung gesenkt wurde, und daß diese Erscheinung sich zu wiederholten Malen möchte ereignet haben.

Uebrigens ist wahrscheinlich in älteren Zeiten dem Serapistempel schon einmal ein Sinken seines Bodens begegnet; man hat nämlich im Jahr 1827 bei Gelegenheit einiger Arbeiten, welche gemacht wurden, um die gegenwärtigen Ruinen vor der Ueberfluthung des Wassers zu sichern, in 8 Palmen (6½ Fuß) Tiefe unter dem gegenwärtigen einen schönen Mosaikboden gefunden, welcher unter dem ganzen Gebäude fortläuft; dieser muß aber ursprünglich wenigstens in 6½ Palmen (5⅓ Fuß) Höhe über dem damaligen mittleren Meeresspiegel erbaut worden seyn, denn man hätte ihn sonst nicht rein erhalten, der Feuchtigkeit unter ihm keinen Abfluß gestatten können. Es lag also in den ältestbekannten Zeiten der Meeresspiegel erweislich um beinahe 12 Fuß

unter dem Marmorpflaster des heutigen Serapistempels, und dieses letztere liegt heut zu Tage etwa 1 bis 1 1/2 Fuß unter dem Meeresspiegel bei Fluthzeit; denn das Meerwasser dringt täglich in das Innere des Tempels. Derselbe ist daher bei seinem Wiederauftauchen nicht um die ganze Größe wieder erhoben worden, um welche er früher gesunken war; ja, es wird sogar von Sachverständigen behauptet, daß dieser Theil des Landes gegenwärtig wieder im Sinken begriffen sey; denn im Anfange dieses Jahrhunderts soll der Tempel noch 1808, selbst bei hohen Fluthen völlig trocken und immer vom Meerwasser verschont geblieben seyn; 1819 fand Brocchi das Eintreten desselben schon regelmäßig, und später ist es sehr lästig geworden, da man sich vergeblich davor zu sichern bemüht hat. Eine sehr schätzbare Schrift von Niccolini enthält die Details dieser Erscheinung, verbunden mit einer Reihe sehr genauer Maßangaben, aus welchen sich ergibt, daß die äußersten Gränzen der Schwankungen zwischen dem Meere und dem Festlande seit historischen Zeiten sich hier innerhalb der Größe von 27 Fuß 6 Zoll 2 Linien gehalten haben.

Es ist also auf eine sehr befriedigende Weise dargethan, daß der feste Erdboden, dessen Stabilität wir am wenigsten zu bezweifeln gewohnt sind, in manchen Gegenden der Erde durch vulkanische Kräfte in einer Art von stets fortdauernder Oscillation könne erhalten werden, und die Beobachtungen, welche vorzugsweise in neuesten Zeiten gemacht worden sind, geben uns dafür noch andere zahlreiche Belege.

Es scheint passend, hiebei noch einer Thatsache zu erwähnen, bevor wir diesen so reichhaltigen Gegenstand ganz verlassen. Unter den Erfahrungen, welche Brocchi dafür anführt, daß in den Küstenländern Italiens sich das Verhältniß des Meeres und des Festlandes mannigfaltig verändert habe, finden wir eine sehr oft nachher wiederholte Behauptung, daß am Monte Pellegrino bei Palermo sich Pholadenlöcher stellenweise bis zu seinem Gipfel, 1850 Pariser Fuß über dem heutigen Meeres=

spiegel, nachweisen lassen. Dieser Behauptung widerspricht jedoch Hoffmann ausdrücklich nach den Ergebnissen eigener Erfahrung; denn die dort beobachteten Löcher im Kalksteine sind, wie sich bereits vor ihm Dauben y überzeugt hat, keineswegs von Bohrmuscheln erzeugt, sondern das Produkt einer eigenthümlich zelligen Textur dieser Gebirgsart.

Dagegen bemerkt Hoffmann bei dieser Gelegenheit, daß die Umgegend von Palermo ungemein schöne Beweise von einst stattgefundenen Veränderungen in den gegenseitigen Verhältnissen des Meeres und des Festlandes darbietet, welche mehr als bis hieher studirt zu werden verdienen. Die Lage dieser Stadt nämlich ist in dem Grunde eines flach ausgeschweiften Meerbusens, der bis zu etwa stundenweiter Entfernung von der Küste von einem Halbkreise schroff aufsteigender Berge eingefaßt wird, deren Gipfel sich theilweise bis zu mehr als 3000 Fuß Höhe erheben. Diese Berge werden von (altem) Secundärkalksteine gebildet, und entblößen theilweise nackte, starre Felswände; zwischen der Basis derselben aber und dem heutigen Meere breitet sich eine sanft gegen das Innere aufsteigende, fruchtbare und reich bewässerte Ebene aus, welche sich durch ihren prachtvollen Anbau vor den angränzenden Berggegenden sehr auffallend auszeichnet. Wo es verstattet ist, in das Innere derselben über die oberste Decke fruchtbarer Dammerde hinaus einzudringen, da sieht man sehr deutlich, daß diese Ebene nur aus wagerechten Schichten von locker zusammengekittetem Meeressande und Geschieben gebildet wird, welche eine sehr große Zahl von Schaalthieren einschließen, welche genau größtentheils noch von derselben Art sind, wie die gegenwärtig in dem nahen Meere lebenden. Dieselben Schichten und ihre Einschlüsse setzen deutlich gleichförmig noch auf den gegenwärtigen Meeresgrund hinaus fort; ja, sie mögen sich dort noch fortwährend neu bilden, und man sieht hier also auf's Deutlichste am Fuße des Gebirges einen Strich Landes, welcher dem Meere entzogen scheint, dessen alte Uferränder man sehr vollständig in dem An-

einanderstoßen der grünen Ebene und der kahlen Kalkberge schon von fernher mit den Augen verfolgen kann.

Diese alten Uferränder aber zeigen sich bei genauerer Beobachtung mehr oder minder erhoben über dem gegenwärtigen Meeresspiegel, und der Niveauunterschied beider steigt an den äußersten Punkten, nach Hoffmann's Wahrnehmungen, bis zu etwa 250 Fuß an. Ueberall, wo die Wellen des alten Strandes einst die Basis der hohen Kalkberge bespühlt haben, finden sich mehr oder minder ausgezeichnete Spuren von ihrer vormaligen Anwesenheit, besonders deutlich in dem Innern einiger mehr oder minder tief in die Kalkberge hineingehenden Grotten, in welche die Meereswellen aus- und eintraten. Mehrere derselben sind gegenwärtig noch zugänglich und können in ihren Verhältnissen genau untersucht werden. Keine darunter aber ist so ausgezeichnet, als die Grotta di Mardolce auf der Ostseite der Stadt in etwa einer halben Stunde Entfernung, unter den Abhängen des etwa 2600 Fuß hohen Monte Grifone. Der Eingang zu dieser Grotte liegt am Fuße einer steilen Felswand, in etwa 180 Fuß Erhebung über dem Meeresspiegel und etwa 50 Fuß der eigentlichen Ebene, in welcher eine große Quellensammlung das ganze Jahr hindurch üppige Fruchtbarkeit hervorruft. Im Aufsteigen aus der Ebene zu diesem Eingange sieht man schon eine große Menge von Spuren von der vormaligen Anwesenheit des Meeres; denn die zertrümmerten und übereinander gerollten Kalksteinbruchstücke, welche diesen Abhang bilden, sind auf dieselbe eigenthümliche Art angefressen, wie heute noch überall da geschieht, wo der hinaufspritzende Schaum von der Brandung hinanschlägt. In die Räume zwischen diesen Bruchstücken drängt sich eine Breccie von fremden Gesteinsbrocken, Quarz, Sandstein, Thon- und Kieselschiefer ein, welche das Meer hier nicht losriß, sondern von fernher herbeiführte und hier locker zusammenkittete; in dem Cämente derselben stecken Bruchstücke von Austerschaalen, Kammmuscheln, auf der Oberfläche der Kalksteinblöcke sind Serpeln angewachsen.

Doch diese merkwürdigen Zeugen der hier einst vor-

gefallenen Veränderung zeigen sich auf eine sehr viel regelmäßigere Weise, sobald man in das Innere der Grotte tritt, welches wegen eines noch zu erwähnenden Umstandes in neueren Zeiten entblößt worden ist. Das Erste nämlich, was die Aufmerksamkeit des Beobachters hier auf sich zieht, ist ein in den nackten Felswänden etwa 8 Fuß über dem Boden eingenagter, roher wagerechter Streifen von wenigen Zoll Breite; es ist mit angewachsenen Meeresgeschöpfen besetzt, und es ist nicht zweifelhaft, daß er den ursprünglichen Stand von der einst hier eindringenden Meeresoberfläche bezeichne. Was aber diese Ansicht noch ganz besonders bestärkt, ist, daß unterhalb dieses Streifens, nie über ihm, sich in der Felswand Tausende von dicht neben einander liegenden runden Löchern einstellen, welche entschieden von den Arbeiten der hier so sehr häufigen Bohrmuscheln herrühren; diese Wand macht den Eindruck, als ob sie von Flintenkugeln durchlöchert wäre. Ueber dem Streifen aber ferner zeigen sich 10—12 Fuß hoch sehr auffallend die Felswände, welche im übrigen Theile der Grotte rauh und zackig sind, in flach wellenförmigen Biegungen ausgewaschen und an einigen Stellen so glatt, als ob sie künstlich polirt seyen. Es ist nicht schwer, in diesen Wirkungen die Thätigkeit der einst hier hin- und herrollenden, abschleifenden Meereswellen zu erkennen, welche im Innern dieser Höhle, wie gegenwärtig noch in so vielen anderen, auf- und niederschwankten. Endlich in der Tiefe dieser Höhle, unter dem von Bohrmuscheln angenagten Streifen, liegt, ganz abgeschlossen von der Fortsetzung mit altem Meeresgrunde, eine mehrere Fuß dicke Schicht von ächtem Meeressand, worin unzählige und noch sehr wohl erhaltene Schaalthiere, deren ich hier nahe an 80 Arten sammelte, welche sämmtlich, bis auf sehr unbedeutende Zweifel, mit den noch in dem benachbarten Meere lebenden übereinstimmen.

Die Erscheinungen dieser merkwürdigen Höhle bieten ein so vollständiges Analogon zu den Verhältnissen des Serapistempels dar, als wir nur wünschen können, und die ganz gleichartige Deutung derselben kann daher wohl

kaum noch einem Zweifel unterliegen. Es ist klar, daß die Palermo umgebende Bergreihe sich in einer verhältnißmäßig sehr neuen Periode noch um durchschnittlich etwa 200 Fuß über den Spiegel des gegenwärtigen Meeres erhoben habe, und wenn man sieht, wie die Oberfläche des alten Meeresgrundes sich der gegenwärtigen unmittelbar anschließt, so möchte man fast glauben, daß eine solche Hebung ganz allmählig immer noch fortdauern könne.

Diese Erscheinung ist ferner keineswegs nur auf den Meerbusen der Hauptstadt beschränkt, sondern es finden sich auch sehr zahlreiche Spuren derselben gegen Osten an der steil und felsenreich aufsteigenden Nordküste der Insel. An unzähligen Orten längs der Straße, welche nach Termini führt, sieht man hier die zertrümmerten Kalkfelsen mit neuen Meeresprodukten vermengt, oft zeigen sich starke Lager von Meeressand mit Muscheln gemengt und locker verkittet am Küstengebirge aufwärts in Erhebungen von 100—200 Fuß über dem gegenwärtigen Meeresspiegel.

So ähnlich indeß diese Erscheinung auch dem ist, was sich noch unter den Augen der Menschen im Meerbusen von Bajä ereignet hat, so ist es doch nicht minder interessant, durch genauere Untersuchungen zu erfahren, daß die hier stattgefundenen Veränderungen mit den dortigen nicht zu einerlei Klasse gehören, sondern daß sie entschieden vorhistorisch sind. Wir finden nämlich bei Palermo in den obersten Schichten des alten Meeresgrundes der Ebene, und ganz besonders in der Nähe des alten Uferrandes, unregelmäßig aufeinandergehäuft zahlreiche Säugethierknochen, welche, wie eine genauere Untersuchung ergeben hat, weit vorherrschend einer ausgestorbenen Art von Nilpferden, ferner dem fossilen Elephanten mit dem Charakter des asiatischen, und vorweltlichen Stieren, Hirschen und Fleischfressern angehören. Dieselben zeigen sich an dem Eingange und in den vordern Theilen der Grotte von Mardolce in so großer Menge, daß sie dort einen nahe an 20 Fuß dicken Haufen bilden, welcher zuerst die Aufmerksamkeit auf diesen

Punkt lenkte, indem sie als Gegenstand des Handels zu Hunderten von Centnern verkauft wurden. Diese Knochen sind ganz entschieden hier von dem Meere ausgeworfen und zusammengeführt worden, kurz, bevor es sich von diesen Küsten entfernte, dafür zeugen ihre gesammten Verhältnisse; denn sie sind oft abgerundet wie vom Meere gerollte Geschiebe; sie liegen in einem Sande, welchen nur das Meer hierher geführt hat, und zuweilen finden sich Muschelreste mit ihnen; sie sind jedoch zugleich vom Meere keineswegs so angegriffen, daß man zweifeln könnte, sie seyen demselben aus den nächsten Umgebungen zugeführt worden. So sehen wir denn also, daß das Ereigniß, welches die untergegangenen Arten der letzt vor uns gewesenen Schöpfung vertilgt hat, sich in einem, wie es scheint, unmittelbaren Zusammenhange befunden haben müsse mit den Veränderungen, welche in der Vertheilung des Meeres und des Festlandes vorgingen.

Wir können mit sehr großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die Wirkungen von Erdbeben, verbunden mit starken Aufregungen der Atmosphäre, die auf dem Festlande befindlichen Thiere tödteten, daß die damit verbundenen Ueberschwemmungen die Reste derselben auf einmal in großer Menge ins Meer führten, und daß dieses ihre umhergerollten Knochen wieder an den Strand warf, wie es mit allen schwimmenden Körpern zu thun pflegt, welche ihm zukommen. Unmittelbar darauf aber hat das Meer selbst hier nicht mehr verweilen können, das Festland erhob sich in Folge jener Erdbeben, die Meeresgeschöpfe überlebten diese letzte Veränderuug, und so stellte sich der gegenwärtige Zustand der Dinge ein. Wir sehen also auf diese Weise durch das unmittelbare Resultat von Beobachtungen die ältere Geschichte der Ausbildung unserer Erdrinde sich der neuesten unmittelbar anschließen. Die noch unter unsern Augen stattgefundenen Vorgänge der Erhebung und Senkung des Festlandes, des Eindringens oder Zurücktretens der Meere, sind völlig dieselben, welche in der uns zunächst liegenden Epoche der vorhistorischen Zeit vorfielen, und die

Verbindung, in welcher diese letzteren mit allen Spuren älterer Revolutionen stehen, ist so successiv und gleichförmig, daß wir nicht zweifeln dürfen, uns hier an dem Endgliede einer Kette zu befinden, welche uns in die dunkeln Epochen der Vorzeit aufhellend zurückleitet. In Sicilien selbst kam dieselbe Reihe von Erscheinungen (wenn gleich freilich nicht immer so klar entwickelt), welche wir zu Palermo an der Meeresküste wahrnehmen, weiter im Innern des Landes noch in Erhebungen von 1000, ja bis zu 3000 Fuß über dem gegenwärtigen Meeresspiegel vor, und die Vergleichungen derselben mit den Beobachtungen, welche wir glücklicher Weise über die noch fortdauernden Wirkungen der Erdbeben haben machen können, erlauben uns, in denselben nun auch wohl bereits die Ursachen von der Erhebung ganzer Kontinente über den Meeresspiegel und der Zerreißungen und Verschiebungen im Schichtenverbande älterer Gebirgsarten wiederzufinden, deren Spuren sich in allen Theilen der Erdrinde deutlich nachweisen lassen.

Indem wir nun bei Beendigung dieser Betrachtungen über die Wirkungen, welche die Erdbeben hervorrufen, der Betrachtung der vulkanischen Ausbrüche und der aus ihnen entstandenen Vulkane näher kommen, scheint es wünschenswerth, noch die Verbindungen zu betrachten, in welchen sich die Erdbeben zu diesen anderweitig bekannten Aeußerungen der vulkanischen Thätigkeit befinden, welche muthmaßlich auf einem und demselben Herde mit ihnen ihren ursprünglichen Sitz haben.

Es ist sehr häufig im Laufe wechselnder Ansichten im Gebiete der geologischen Forschungen der Fall gewesen, daß die Erdbeben von den im engern Sinne sogenannten vulkanischen Erscheinungen getrennt wurden. Man betrachtete, als diesen letzteren angehörend, nur die Eruptionen thätiger Vulkane, und als man diese in den Zeiten der Werner'schen Ansicht auf die Beschaffenheit beschränkter Erdbrände reducirt hatte, konnte man die so ausgedehnt wirkenden Erdbeben nicht mit ihnen zusammenbringen, oder als aus derselben Ursache hervorgehend ansehen. Nichtsdestoweniger gehören beide Erschei-

nungen so entschieden zusammen, daß wir nie daran gezweifelt und die Erdbeben stets mit den Aeußerungen der vulkanischen Kräfte als identisch betrachtet haben. Es wird daher für den Zweck dieser Darstellungen von Bedeutung seyn, eine kurze Uebersicht von den Gründen zu geben, welche uns vermocht haben, diese Ansicht als die richtige anzusehen.

Zunächst ist es nothwendig, hiebei zu bemerken, daß alle vulkanischen Ausbrüche, so weit wir bis jetzt von ihnen Kunde haben, immer von Erdbeben begleitet zu seyn pflegen, welche um so energischer und in größerer Verbreitung auftreten, je kräftiger der vulkanische Paroxysmus ist, welchem sie angehören. Erdbeben sind die gemeinsten, ja die wohl nie fehlenden unter den Vorzeichen, welche dem Austreten feurig-flüssiger Massen aus den Schlünden der Vulkane gesetzmäßig vorangehen; sie stellen sich immer zuerst und oft schon dann ein, wenn auf dem Gipfel der in Zwischenräumen ruhenden Feuerberge noch keine Spur neu erwachender Thätigkeit sichtbar ist. Sie nehmen in der Regel fortwährend an Häufigkeit und Stärke zu, bis zum Beginnen der Ausbrüche selbst, und nur während die Vulkane im Auswerfen der Lava und im Ausstoßen der Dämpfe und Gasmassen begriffen sind, deren Versuche einen Ausweg zu finden die Erschütterungen veranlassen, ruhen sie gänzlich.

Diese Thatsache ist so durchaus in allen vulkanischen Gegenden der Erde bekannt, daß wir Beweise dafür von den entferntesten darunter gleichartig sehr leicht vorlegen könnten, wenn die Erscheinung nicht gar zu einfach wäre. Wir wollen daher hier nur erwähnen, daß es in Neapel, in Messina und Catania eine allgemein vom Volke anerkannte Regel ist, daß man von den Besorgnissen vor den Wirkungen der Erdbeben befreit sey, sobald sich der Vesuv oder der Aetna im Zustande des Auswerfens befindet; ja beide Erscheinungen stehen dort selbst in einem so ins Einzelne gehenden Antagonismus, daß man selbst auf diesen Bergen, jedem einzelnen Lavaerguß, ja am Ende jeder hervorschießenden Dampfblase

eine Erschütterung in den nächsten Umgebungen des Kraters vorangehend, empfindet, welche anhält, bis die Lava über die Ränder der Mündung tritt.

Völlig eben so ist es auch nach A. v. Humboldt's Berichten bei den Vulkanen Amerikas. Niemals, so bemerkt er, fürchtet man sich am Fuße des Tunguragua und des Cotopaxi mehr vor dem Erdbeben, als wenn lange keine Dampfentwickelung auf ihren Gipfeln stattgefunden hat, und die Reihenfolge von Unglücksfällen, welche das Hochthal von Quito durch furchtbare Erdbeben mehrfach erlitten hat, wird nach der allgemeinen Meinung der dortigen Bewohner aufhören, wenn einst die Kuppel des Chimborasso sich wieder öffnen und auswerfen sollte, wie es vor Zeiten der Fall war.

Allein nicht nur in dem mehr oder minder eng begränzten Wirkungskreise einzelner Feuerberge zeigt sich dieser erwähnte Zusammenhang der Erdbeben und vulkanischen Ausbrüche, sondern auch bei den weit verbreiteten Erschütterungen, welche, wie wir gesehen haben, ganze Welttheile betreffen. Zunächst zwar scheint dieser Meinung der Umstand nicht günstig, daß die Mittelpunkte vieler, ja der bedeutendsten Erdbeben oft sich in Gegenden befinden, wo weder gegenwärtig thätige Vulkane, noch die Spuren einst erloschener Kratere sich befinden; in diesem Falle sind Lissabon, die Provinz Calabrien, Caracas und das untere Missisippithal.

Wenn wir jedoch bedenken, daß Erdbeben nur die Versuche zu seyn scheinen, den Ausbrüchen den Weg zu bahnen, so darf uns diese Erfahrung keineswegs befremdend erscheinen, es wird vielmehr sehr natürlich seyn, daß sie sich da gerade am heftigsten einstellen, wo die natürlichen und leicht zu eröffnenden Ausführungswege durch die Vulkane am weitesten entfernt sind. In dieser Beziehung scheint der so häufig von zerstörenden Erdbeben heimgesuchte Theil von Calabrien sich ganz besonders in charakteristischer Lage zu befinden; denn die am meisten leidenden Gegenden desselben sind sehr nahe gleich weit entfernt von den beiden Hauptausführungskanälen, dem Vesuv und dem Aetna. Eben so findet sehr auf-

fallend der gleiche Fall mit der Küste von Caracas Statt, welche zwischen den Herden der Vulkanreihe der Antillen und jener des Hochlandes von Quito und muthmaßlich auf der Verbindungslinie beider liegt, wie der Lauf des Gebirges anzudeuten scheint. Der nördlichste Vulkan der Reihe von Quito ist der Vulkan am Rio Fragua, 2° 10′ N.; nächstdem der von Purace bei Popayan; der erstere ist der einzige auf der Ostseite des Magdalenen-Stromes.

Von Lissabon, dem Missisippi, einigen Gegenden der Alpen läßt sich zwar Aehnliches nicht nachweisen, doch fehlt es den hier vorgefallenen Erdbeben, wie den früheren, nicht an Beziehungen zu deutlich vulkanischen Vorgängen. Schon oben haben wir darauf aufmerksam gemacht, daß während des Erdbebens von Lissabon der Vesuv eine sehr auffallende Erscheinung an seiner Rauchsäule zeigte, und gewiß ist dieß eine höchst merkwürdige Thatsache, welche ganz für unsere Ansicht spricht; denn wir ersehen daraus, daß die Thätigkeit der Herde beider Erscheinungen, der großen Entfernung zwischen den Punkten ihres Auftretens unerachtet, in sehr naher Verbindung stehen muß. Eben so soll auch der fortwährend in Eruption begriffene kleine Vulkan Stromboli, etwa 10 geograph. Meilen von der Küste entfernt, während des großen Erdbebens in Calabrien Ruhe genossen und zu rauchen aufgehört haben, und es zeigte sich also diese, nach den Zeugnissen aller Gebirgsforscher, völlig von den vulkanischen Produkten an der Oberfläche entblößte Gegend als Decke von einem Theile des vulkanischen Herdes der liparischen Inseln.

Ch. Lyell hat auf diesen Umstand sehr passend die Betrachtung gegründet, daß gerade deßhalb die durch das Erdbeben in Calabrien hervorgebrachten Aenderungen so wichtig für den Gebirgsforscher seyen, weil hier keine Spur von vulkanischem Gesteine vorkommt, und dieses Land daher völlig den durch Erhebungen, Senkungen und Zerreißungen so vielfach heimgesuchten Flötzgebirgsländern, wie England, Norddeutschland, gleicht, in welchen man eben dieses Umstandes wegen sich lange

Zeit nicht hat daran gewöhnen können, vulkanische Kräfte, als einst dort thätig, vorauszusetzen. Noch auffallender ist ein Beispiel des Zusammenhanges von Erdbeben und Vulkanen, welches uns A. v. Humboldt aus Peru anführt. Dort hat der Vulkan von Pasto, nördlich von Quito, im Anfange des Jahres 1797 eine dicke, schwarze Rauchsäule lange ununterbrochen ausgestoßen; man sah diese plötzlich am 4. Februar ganz verschwinden, und genau zu derselben Stunde erfolgte 60 Stunden weiter südlich das furchtbare Erdbeben von Riobamba, eine der schrecklichsten Katastrophen dieser Art, welche das Hochland von Quito erlitten hat, und wobei zahllose Ortschaften umgestürzt und gegen 40000 Indianer (in jenen wenig bewohnten Gegenden eine ungeheure Zahl) theils von ihren Wohnungen verschüttet, theils von Spalten der Erde verschlungen wurden, theils in den neu entstandenen Seen ihren Untergang fanden.

Doch es zeigte sich deutlich bei dieser Gelegenheit, daß noch viel entfernter liegende Erderschütterungen und vulkanische Ausbrüche mit dem Herde dieser antagonistischen Wirkungen in sehr naher und unläugbarer Verbindung stehen, und es mag die Erwähnung hieher gehöriger Umstände sowohl dazu dienen, den Zusammenhang der Erdbeben und vulkanischer Ausbrüche zu beweisen, als auch uns überhaupt vertrauter mit der tief eingreifenden Verbreitung der vulkanischen Wirksamkeit zu machen. Kaum war nämlich das Erdbeben von Riobamba vorüber, so wurden die Bewohner der östlichen Antillen durch heftige Erdstöße beunruhigt. Diese hielten acht Monate an, und sie ruhten nicht früher, als bis der lange erloschen gewesene Vulkan von Guadeloupe (am 27. Sept.) wieder aufbrach. Als er sich wieder beruhigt hatte, da begannen auf's Neue Erdstöße auf dem Festlande von Südamerika, die am 14. Dec. mit der Zerstörung von Cumana endigten.

Aehnliche Wechsel der Thätigkeit zwischen Vulkanen und Erdbeben entfernter Gegenden finden, wie Alex. v. Humboldt sehr wahrscheinlich gemacht hat, zwischen den vulkanischen Distrikten von Peru und Mexiko Statt;

es lassen sich dort zwischen den Jahren 1577 und 1717 vier solcher Wechselperioden unterscheiden, nämlich

in Mexico:	in Peru:
den 30. Nov. 1577,	den 17. Juni 1578
„ 4. März 1679,	„ 17. Juni 1678
„ 12. Febr. 1689,	„ 10. Okt. 1688
„ 27. Sept. 1717,	„ 8. Febr. 1716.

Großartiger noch und nicht minder wahrscheinlich in irgend einem ursächlichen Zusammenhange ist der Wechsel von Erdbeben und vulkanischen Ausbrüchen, welcher bei einer der heftigsten Erregungen der Erdoberfläche stattfand, die mit dem oft erwähnten Erdbeben von Caracas verflochten war. Alex. v. Humboldt hat diese Erscheinungen sehr schön mit einander in Beziehung gebracht, und wir lernen dadurch Communicationen noch viel entfernterer Theile der vulkanischen Werkstätte, als bisher kennen.

Die Reihenfolge der aller Wahrscheinlichkeit nach hieher gehörigen Phänomene begann am 30. Januar 1811 mit der Erscheinung einer neuen Insel bei St. Michael in den Azoren, genannt Sabrina, welche unter heftigen Erderschütterungen und später unter Rauch- und Flammenentwickelungen aus einer Tiefe von 60 Brasses (120 Fuß) emporstieg, und welche seitdem wieder verschwunden ist. Bald nachdem dieß geschehen war, begannen auf den kleinen Antillen, 800 Seemeilen gegen Südwest von den Azoren entfernt, außerordentlich heftige Erschütterungen, die vom Mai 1811 bis zum April 1812 anhielten, und besonders auf St. Vincent, in der Nähe eines der drei thätigen Vulkane dieser Inselgruppe, wütheten. Sie dehnten sich seit dem 16. Dec. 1811 nordwärts über die nordamerikanischen Freistaaten aus, und gleichzeitig waren die oft erwähnten heftigen Erderschütterungen in den unteren Theilen der Thäler des Missisippi, des Arkansa und des Ohio. Während derselben Zeit empfand man zuerst im December 1811 in Caracas einen Erdstoß, welcher andeutete, daß nun die unterirdische Verbindung hierher sich zu eröffnen beginne, und während die Erschütterungen in Nordamerika noch

fortdauerten, erfolgte die oft genannte furchtbare Katastrophe vom 26. März 1812, welche diese Hauptstadt zerstörte, und der bis zum 5. April wiederholte Erschütterungen folgten. Endlich am 30. April 1812 brach der Vulkan von St. Vincent, welcher seit dem Jahre 1718 geruht hatte, mit einer ungeheuren Explosion auf, und wir haben bereits erwähnt, daß dieselbe sich bis in 210 Seemeilen Entfernung an den Rio Apure, in den Steppen von Calabozo, fortpflanzte. Hiermit scheint diese große Aufregung, diese Aneinanderkettung von vulkanischen Ausbrüchen und Erdbeben völlig geendet zu haben; der größte Theil ihrer Ereignisse ging an den Küstenrändern und im Innern des tief zwischen den Festländern von Nord- und Südamerika eingerissenen Meerbusens von Mexiko vor sich.

Nach den Darstellungen von A. v. Hoff leidet es wohl keinen Zweifel, daß auch das große Erdbeben von Lissabon sich in einem ähnlichen Zusammenhange befunden habe, und nur ein Glied in einer Kette von großartigen vulkanischen Erscheinungen gewesen sey, welche, wenn sie wirklich so zusammenhängen, den Ursachen ihr Daseyn verdanken sollten, sich während der Dauer von mehr als zehn Jahren über einen Wirkungskreis erstreckt haben, der die Hälfte des Erdgürtels ausmacht. Schon seit dem Jahre 1750 waren mehrere Theile der alten Welt, insbesondere eine Zone von Ländern, die sich aus Persien, vom südlichen Rande des kaspischen Meeres, über die Küstenländer des Mittelmeeres und bis zu den azorischen Inseln verbreitete (eine Erstreckung, welche v. Hoff sehr passend mit dem Namen des Erschütterungskreises des Mittelmeeres belegt hat), abwechselnd von gewaltigen Erschütterungen und einzelnen Ausbrüchen heimgesucht worden. Der Vesuv hatte, nachdem er erst 1751 Lava ausgeworfen, auf's Neue am Ende des Jahres 1754 bis in den Januar des verhängnißvollen Jahres 1755 eine Reihe bedeutender Ausbrüche gehabt. Als er sich endlich beruhigte, begannen im Februar bedeutende Erschütterungen, die Inseln des griechischen Archipelagus (Metelino), welche selbst schon

bis ins nördliche Europa verspürt wurden. Vergebens suchten die eingesperrten, elastischen Massen sich im März durch den Schlund des Aetna Luft zu machen; er hatte nur einen sehr unbedeutenden Ausbruch, wobei zwei kleine Lavaergießungen und Wasserströme erfolgten, und dann schloß er sich wieder. Auch der Vesuv schien dießmal den Produkten vulkanischer Wirksamkeit den Ausgang versperrt zu haben, denn er rauchte nur schwach und blieb noch fünf Jahre lang ruhig. Da erfolgten nun die heftigsten Zuckungen der Erdrinde, welche Persien besonders im Monat Juli heimsuchten und von dort her über den ganzen angegebenen Landstrich, ja selbst noch weiter hinaus, bis nach England (im August) und an die Westküsten von Afrika sich verbreiteten. Das Erdbeben von Lissabon selbst dauerte vom 1. November bis ans Ende des Jahres, zum 27. December, fort, und wurde bald hier, bald dort in dem angegebenen Zeitraume mehr oder minder heftig mitempfunden. Auch in den Jahren 1756, 1757 und 1758 fuhren Erschütterungen noch fort, bald in Deutschland (Erfurt, das sächsische Erzgebirge und Böhmen), in Nord-Frankreich, in England und selbst in den nördlichsten Theilen von Skandinavien (in Lappland 1758) aufzutreten. Das Jahr 1759 endlich begann mit einem der verheerendsten Erdbeben in Vorderasien, zwischen dem todten und mittelländischen Meere, dessen Stöße drei Monate lang anhielten, und welches viele der bedeutendsten Städte, Damascus, Sidon, Balbeck, zerstörte. Dieses Jahr endlich war auf dem Festlande Amerikas durch eine der furchtbarsten vulkanischen Explosionen bezeichnet, welche in Neu-Spanien am 29. September einen neuen Vulkan, den Jorullo, entstehen ließen, und es ist vielleicht nicht zu gewagt, dieses Ereigniß an einem von den bisher genannten so entfernten Orte mit den andern Bewegungen derselben Periode in Verbindung zu setzen, wenn wir bedenken, daß ja schon früher die Erschütterungen des Bodens von Lissabon mit mit Beruhigungen der Inseln und des Kontinentes von Amerika in unmittelbarer Beziehung standen. Im December 1760 fand einer der verheerendsten Ausbrüche

am Vesuv Statt, wobei sich an den Abhängen des Berges zwölf neue, Lava auswerfende Seitenkratere öffneten, und Lissabon erlitt von Neuem, am 31. März 1761, einen verheerenden Erdstoß, dessen Wirkungen wieder bis zu den Antillen und den Azoren, auch an den Küsten von England und Island, nur nicht so allgemein auf dem Kontinent von Europa mitempfunden wurden, als die von 1755. Dann aber erhielt sich die Ruhe nun sechs Jahre lang in allen Theilen des eben genannten, bisher bewegten Landstriches, und selbst in den Umgebungen des Mittelmeeres erfolgten noch lange nur hin und wieder so unbedeutende Zuckungen, daß wir es wohl mit v. Hoff als eine wahrscheinliche Thatsache ansehen dürfen, es hätten die unter der Erde entwickelten, gasförmigen und geschmolzenen Substanzen durch diese furchtbaren Entladungen ihren Ausweg gefunden und daher mehrerer Jahre bedurft, bevor sie sich auf's Neue in großer Menge angesammelt und im Stande waren, neue Beunruhigungen zu erregen.

Aehnlich zeigte sich die hier behandelte Wechselwirkung im Großen in den Jahren 1771 bis 1778 in Italien. Während dieser Zeit waren der Vesuv und der Aetna ganz ruhig, doch ganz Italien ward auch von Erdbeben gleichzeitig fast unaufhörlich beunruhigt; da erfolgte 1778 bis 1779 ein sehr heftiger Ausbruch des Vesuvs, und der Erdboden blieb ruhig bis zur furchtbaren Katastrophe von 1783; gleichzeitig schwiegen beide Vulkane, und die Bewohner Süd-Italiens wurden nicht früher von ihren Besorgnissen befreit, als bis im Jahre 1787 der so lange schon ruhende Aetna eine bedeutende Eruption machte.

Indeß nicht nur dieser auffallende Antagonismus oder die Gleichzeitigkeit sich aneinander reihender Vorfälle von Erdbeben und vulkanischen Ausbrüchen in verschiedenen Theilen der Erdrinde, wovon sich noch eine große Zahl von Beispielen würde beibringen lassen, erweisen, daß die Erdbeben zu der Reihe der vulkanischen Erscheinungen gerechnet werden müssen, sondern es gibt auch noch einige andere Thatsachen, welche die Erdbeben direkt ohne die Nothwendigkeit der Voraussetzung eines

oft dunkeln oder zweifelhaften Zusammenhanges in die Reihe der deutlich vulkanischen Erscheinungen einführen. Es sind dieß die Beobachtungen von wahren Eruptionen an solchen Stellen, welche sonst keinen Vulkan besitzen, und nur allein durch Erdbeben vorher verkündet und oft mit ihren Wirkungen aufhörend. Zwar sind solche Erscheinungen im Allgemeinen nur Seltenheiten, und sehr mit Unrecht nährt man daher in vielen Gegenden häufig die Furcht, daß da, wo Erdbeben öfter erscheinen, früher oder später ein Vulkan aufbrechen werde; doch gibt es unzweideutig beobachtete Beispiele dieser Art, welche als Argumente dienen können.

Schon früher ist erwähnt worden, daß hin und wieder bei heftigen Erschütterungen der Erdboden sich öffnete und Wasser, Schlamm, Steine, ja selbst Rauch- und Flammenentwickelungen daraus hervortraten. Bei Lissabon hatte man solche Rauchsäulen aus den Seiten der Felsen von Alvidras bei Colares ausbrechen sehen; aus den Spalten bei Aquila (besonders bei Sigillo in den Abruzzen) wurden Steine, Wasser, Rauch, Flammen und schweflig riechende Dämpfe mehrere Tage lang hervorgetrieben, und als Messina zerstört wurde, bildeten sich an der Küste und auf den Hügeln hinter der Stadt Spalten, welche, parallel von Norden nach Süden laufend, noch Monate lang sichtbar waren, und aus welchen nach Einigen während des Erdbebens Flammen hervorbrachen. Ganz Aehnliches hat man in Chili während des Erdbebens von 1746 wahrgenommen, eben so auf Jamaica 1692 und an den Küsten von Venezuela.

Indeß, so sehr auch solche Ereignisse schon an die Ausbrüche thätiger Vulkane erinnern, so viel mehr ist dieß der Fall mit den Ausbrüchen wahrer Lavaströme und vulkanischer Tuffmassen, welche zuweilen mit Erdbeben gemeinschaftlich hervortreten und mithin zeigen, daß auf dem Herde derselben entschieden auch dieselben Substanzen sich erzeugen, welche aus den Oeffnungen der Vulkane getrieben werden.

Schon die Alten erzählen uns ein Beispiel dieser Art aus dem von brennenden Vulkanen ganz entblößten Griechenland, und zwar so unverdächtig und deutlich, daß wir uns nicht wundern dürfen, wenn sie schon, durch solchen Anblick belehrt, offenbar auch die richtige Ansicht von der Beschaffenheit der Erdbeben hatten, welche die Forscher der neuesten Zeit nun endlich erst wieder gewonnen haben. Auf Euböa nämlich, so erzählt Strabo, ward man lange Zeit hindurch von heftigen Erdbeben beunruhigt, und diese ließen nicht früher nach, bis in der Ebene von Lelantus, in der Nähe von Chalcis, eine Spalte sich öffnete und ein Strom von glühendem Schlamm daraus hervorbrach, offenbar Lava. In Südamerika hat man ähnliche Phänomene beobachtet. Bei dem Erdbeben von Caracas öffneten sich nicht nur bei Valencia und Porto Cabello mehrere Spalten, aus welchen Wasserströme von außerordentlicher Stärke hervorbrachen, sondern man fand auch unmittelbar nach den heftigsten Stößen in den Gebirgen von Aroa, die zur Küstenkette von Venezuela gehören, den Boden mit einer feinen weißen Erde bestreut, welche aus benachbarten Spalten geworfen schien und füglich mit vulkanischer Asche kann verglichen werden. Mächtiger aber noch und furchtbarer waren die Ausbrüche vulkanischer Massen während des Erdbebens von Riobamba, 1797. Der Distrikt, auf welchem dasselbe wüthete, hatte eine Länge von 170, eine Breite von 140 Stunden. Die Erde spaltete dabei an unzähligen Orten und bildete zum Theil ungeheure Schlünde; aus diesen traten dann Wassermassen hervor, welche Thäler von 1000 Fuß Breite und 600 Fuß Tiefe ausfüllten, und mit ihnen ein eigenthümlich stinkender Schlamm, ganz aus vulkanischen Substanzen gebildet, welcher sich in beträchtlichen Hügeln anhäufte und Moya genannt wird. Es ist eine bräunlichschwarze, abfärbende Masse, welche Klaproth in den von A. v. Humboldt mitgebrachten Stücken untersucht hat, und worin er, außer Brocken von glasigem Feldspath und Bimsstein, eine Mischung von Kohlen- und Wasserstoff, welche die Masse brennbar macht,

Ammoniak, vorherrschend Kieselerde, nächstdem Thon- und Kalkerde und etwas Eisenoxyd fand. Seiner Natur nach ist dieß ein ächter vulkanischer Tuff.

Daß bei Erdbeben auch brennende Vulkane von einiger Dauer neu aus der Erde hervorgetreten sind, ist eine Erscheinung, die, wenn sie sich gleich an die Beobachtungen der Erdbeben, welche in der Nähe jedes Vulkanes vorkommen, unmittelbar anschließt, dennoch nicht minder bestimmt als die vorhergehenden Beispiele für unsere Ansicht spricht, und wir werden daher am Schlusse dieser Darstellung sehr natürlich zu dem Resultate geführt, welches auch v. Hoff aus seinen Forschungen ableitet: daß die eigentlichen Erdbeben in der That von den vulkanischen Ausbrüchen nur durch den Mangel einer mehr oder minder permanenten Ausbruchsöffnung verschieden sind, und daß beiden in der Tiefe unserer Erdrinde eine und dieselbe Ursache zum Grunde liegen müsse.

In einer sehr innigen Beziehung zu den eben hier behandelten Verhältnissen steht das, durch Erdbeben sowohl, als durch vulkanische Ausbrüche bedingte oder sichtlich doch von ihnen begleitete Hervortreten neuer Inseln aus dem Meeresgrunde, sowie die Bildungen neuer Berge auf dem Festlande, unter Vermittelung der von innen nach außen emporstrebenden vulkanischen Thätigkeit. Beide Erscheinungen, welche wohl als identisch können betrachtet werden, gehören, im Verhältniß zu den sonst überall auf der Erdoberfläche verbreiteten Anzeichen vulkanischer Kräfte, zu den Seltenheiten; doch existiren ihrer seit den Zeiten zuverlässiger historischer Ueberlieferungen stets genug, um uns über die mit ihrer Entstehung verbundenen Vorgänge, sowie über die näheren Ursachen derselben Belehrung zu gewähren.

In Beziehung auf das Entstehen neuer Inseln verdient bemerkt zu werden, daß ganz besonders einige Meeresgegenden sich durch die öftere Wiederholung dieses Phänomens auszeichnen, und wir wollen daher die an solchen Orten beobachteten Umstände übersichtlich vorlegen, so weit wir davon geschichtliche Kunde besitzen.

In dem Archipelagus der Azoren ist das Entstehen neuer Inseln, so weit unsere Kenntniß reicht, bis hieher schon dreimal bemerkt worden, und A. v. Humboldt bemerkt, daß diese Erscheinung sich hier in einer ziemlich regelmäßigen Periode von etwa 90 — 100 Jahren wiederholt habe. Das erste Mal fand sie im Jahre 1628 oder 1638, dann 1720 und endlich neuerdings 1811 Statt.

Ueber die erste dieser drei merkwürdigen Begebenheiten sind unsere Nachrichten sehr unvollkommen, und wir kennen kaum etwas mehr als die übereinstimmend erwähnte Thatsache. Im Jahre 1720 dagegen begann die Erscheinung, wie wir durch v. Buffon wiederholten Berichte v. Montagnac wissen, in der Nacht vom 7. zum 8. December mit einem heftigen Erdbeben auf San Miguel und Terceira, welche 28 Seemeilen von einander entfernt liegen. Man sah gleichzeitig die Spitze des 30 Stunden entfernten Vulkans von Pico zusammenstürzen, und während derselbe kurz vorher mehrere Ausbrüche erlitten hatte, schwieg er nun plötzlich. Dagegen stieg schon am andern Tage nahe bei San Miguel die neue Insel aus dem Meere auf, und mit ihr zugleich eine dichte Rauchsäule. Asche und Bimssteine wurden in großer Menge von dem Orte ihres Hervortretens umhergeworfen, und die Insel ragte bald so steil hervor, daß man ganz in ihrer Nähe schon mit 120 Fuß keinen Grund mehr fand. Sie erreichte eine Höhe etwa 350 Fuß über dem Meere. Nachdem sie indeß etwa 2 Jahre gestanden hatte, verschwand sie wieder sehr allmählig, indem sie noch lange Zeit wie eingesunken unmittelbar an dem Rande des Meeresspiegels sichtbar war.

Sehr ähnlich und noch genauer gekannt, sind die Umstände, welche das Auftauchen der neuen Insel im Jahre 1812 begleiteten; nur über den Anfang der Erscheinung herrschen in den gesammelten Nachrichten einige Dunkelheiten. Im Januar nämlich war unter Begleitung heftiger Erdbeben an der Nordwestseite von San Miguel ohne anderweitige Erscheinungen eine Klippe

aus dem Meeresgrunde hervorgetreten, an einer Stelle, welche zuvor 180 Fuß tief war. Am 13. Juni endlich erfolgte in derselben Gegend, nach Einigen genau an derselben Stelle, doch nach Anderen etwa 3 Seemeilen von derselben entfernt, ein vulkanischer Ausbruch im Meere, bei dem in dem Zeitraume von 5 Tagen eine Insel sich ausbildete. Der englische Kapitän Tillard war Zeuge dieser Erscheinung, und hat davon eine oft wiederholte Beschreibung gegeben. Er konnte dem ganzen Vorgange von der steilen Küste von San Miguel aus in kaum mehr als eine englische Meile Entfernung zusehen. Er erwähnt, daß sich zuerst Erdbeben auf Erdbeben folgten, und einer ihrer Stöße nahm sogar einen Theil der steilen Felswand mit fort, auf welcher die Beobachter standen. Es erhob sich damit gleichzeitig eine Rauchsäule aus dem Meere, und durch diese brachen zuweilen große Massen von schwarzen Schlacken, Sand und Asche aus, welche von zahlreichen Blitzen und einem donnerähnlichen Getöse begleitet waren, welches Tillard mit einem ununterbrochenen Kanonen- und Musketenfeuer vergleicht. Man unterschied sehr bald deutlich an der Oberfläche des Meeres die Ränder einer daraus emporsteigenden kraterförmigen Umgebung, welche am vierten Tage nach dem Beginnen der Erscheinung bereits ein zusammenhängendes Land bildeten. Bis zum 4. Juli hatte die Insel ihre vollständigste Entwickelung erlangt, und da sich die Ausbrüche beruhigt hatten, konnte man auf ihr landen. Sie war steil ringsum aufsteigend, fast kreisrund, und hatte etwa eine englische Meile im Umfange; ihre größte Höhe betrug 300 Fuß über dem Meeresspiegel; in geringer Entfernung, 40 — 50 von dem Küstenrande derselben, war das Meer nahe an 150 Fuß tief. In ihrem Innern lag der kreisrunde Krater, welcher durch eine Oeffnung mit dem Meere kommunicirte, und aus welchem ununterbrochen siedend heißes Wasser hervorstürzte. Die Engländer pflanzten auf einem noch sehr erhitzten niedrigen Hügel an dem Kraterrande ihre Flagge auf, und nannten diese in Besitz genommene

Insel Sabrina, nach dem Namen des Schiffes, welches Kapitän Tillard kommandirte. Sie erhielt sich jedoch eben so wenig als ihre Vorgängerinnen, denn nach den von dem Konsul Read eingesendeten Nachrichten begann sie schon im Oktober desselben Jahres zu schwinden; später blieb an ihrer Stelle lange Zeit noch eine Bank sichtbar, welche bei hohem Wasser bedeckt wurde, und im Februar 1812 endlich rauchte das Meer noch einmal anhaltend, wenn gleich schwach, an der Stelle, wo früher der Ausbruch gewesen war. Im Jahre 1823 endlich sollen an dieser Stelle bereits 360 Fuß Tiefe gefunden worden seyn, also noch einmal so viel, als man dort vor dem Erscheinen der Insel kannte.

Eine andere Gegend der Erde, in welcher das Erscheinen neuer Inseln mehrfältig beobachtet worden, ist das ägeische Meer, im Gebiete des Archipelagus. Eine große Zahl der dort zerstreut liegenden Inseln ist von vulkanischer Beschaffenheit, oder sehr häufig von Erdbeben heimgesucht worden, und von vielen derselben berichten uns die von den Alten bewahrten Sagen, daß sie in uralten Zeiten dem Schooße des Meeres entstiegen seyen. Diese Ansicht oder Vermuthung gilt namentlich ganz besonders von Rhodos, von Delos, Halone, Nea, Anaphe, und bei einigen, wie bei den zwei letztgenannten, bezeugt es selbst der Name, daß man diese Vorstellungen an ihr Daseyn knüpfte. Uebrigens ist die Richtigkeit dieses Ursprungs von keiner der erwähnten Inseln historisch erwiesen, und nach den Zusammenstellungen v. Hoff's und L. v. Buch's ist sie sogar bei einigen derselben, wie namentlich bei Delos und Rhodos, in hohem Grade unwahrscheinlich.

Eine Insel indeß, in deren Bereiche sich bis in die neuesten Zeiten noch vulkanische Bewegungen ereignet und dann mehrfach neue Inseln erzeugt haben, ist Thera der Alten, oder Santorin (Sant. Erini), dessen Verhältnisse, wie sie L. v. Buch entwickelt hat, einer vorzüglicheren Aufmerksamkeit würdig scheinen. Diese Insel, welche an der Südspitze der Cykladen liegt,

zeichnet sich in hohem Grade vor allen übrigen durch ihre halbmondförmige Gestalt aus, sie schließt mit sehr steil gegen das Innere abfallenden Wänden fast $^2/_3$ einer nahe kreisförmigen Bucht ein, und der übrige Theil des Umfanges dieser Bucht wird fast noch vollkommen durch die langgestreckte und viel kleinere Insel Therasia und die in ihrer Fortsetzung befindliche Aspronisi geschlossen. Das Ganze gleicht den ringförmigen Umgebungen eines alten und nur an drei Stellen von dem Meere unterbrochenen Kraterrandes, und daß es auch wirklich dafür müsse angesprochen werden, dafür bürgen die in seinem Innern mehrfältig wiederholten Erscheinungen vulkanischer Ausbrüche und das mit ihnen erfolgte Emporsteigen neuer Inseln. Daß die Hauptinsel in historischen Zeiten entstanden sey, erwähnen mit Bestimmtheit sowohl Plinius, als der ältere Apollonius; v. Hoff hat indeß erwiesen, daß diese Aussagen unmöglich auf sicheren Nachrichten, sondern höchstens auf einer Verwechselung mit irgend einem secundären vulkanischen Ereignisse beruhen können. Das älteste Ereigniß ähnlicher Art dagegen, von welchem wir aus diesen Umgebungen sichere Kunde haben, ist in das Jahr 237 vor Chr. G. zu setzen, und wiewohl die darüber vorhandenen Angaben abweichen, so ist doch das Wahrscheinlichste, daß durch eine Zerreißung damals Therasia von Thera getrennt ward. Im Jahre 184 oder 197 vor Chr. G. entstand, nach den Nachrichten von Plutarch, Justin und Pausanias, zwischen Thera und Therasia, also im Innern dieser kreisförmigen Umgebung, eine neue Insel, welche unter dem Namen Hiera bekannt wurde, sie hat sich bis heute erhalten, und führt gegenwärtig theils noch ihren alten Namen (Hiera Nisos), theils und häufiger wird sie Palaia Kameni genannt. Das nächstfolgende Ereigniß ähnlicher Art trug sich im Jahre 18 nach Chr. G. zu, und erzeugte eine neue Insel, Namens Thia, nur etwa 250 Schritt von der erstern entfernt. Sie existirt gegenwärtig nicht mehr, ob sie untergegangen, oder, was jedoch wahrscheinlicher, ob sie sich durch spätere Erup-

tionen mit der ersten verbunden habe, ist zweifelhaft, wenigstens haben nach zuverlässigen Nachrichten in den Jahren 726 und 1427 neue Ausbrüche stattgefunden, welche die Insel Hiera beträchtlich vergrößerten. Im Jahre 1573 entstand wiederum in Folge heftiger Ausbrüche eine für sich stehende neue Insel, ziemlich in der Mitte des großen Ringes, sie ward Mikra Kameni genannt, und bildet nach neuern Beschreibungen einen kaum 100 Fuß hohen Kegelberg mit einem Krater an der Spitze. Viel bedeutender war das Ereigniß, welches 1707 die Veranlassung zu der Entstehung einer dritten Insel, Nea Kameni, gegeben hat. Dasselbe begann am 23. Mai 1807 mit einem heftigen Erdbeben, und fast gleichzeitig stieg dort an einer Stelle, welche früher in 80 — 100 Faden Tiefe keinen Grund zeigte, eine Klippe auf, welche sich bald sehr vergrößerte. Bereits am 15. Juni hatte sie eine halbe Meile im Umfange und 20—30 Fuß Höhe gewonnen. Am 16. Juli sah man unter heftigem Getöse gegen 18 solcher Felsen aus dem Meeresgrunde emporsteigen. Am 18. Juli sah man die erste Rauchsäule, am 19. das Feuer, und seine Wirksamkeit nahm stufenweise zu. Während der Nächte schien die Insel bloß eine Vereinigung von Oefen zu seyn, welche Flammen spieen. Alle die getrennten Theile vereinigten sich später unter heftigen Ausbruchserscheinungen zu einem mehr als 300 Fuß hohen Kegelberge, welcher noch lange fortfuhr, Dampf und Steine zu schleudern, Lavaströme ausfließen zu lassen, und sich im Jahre 1712 sehr merklich vergrößerte. Virlet, Mitglied der französischen wissenschaftlichen Expedition in Morea, hat ganz neuerdings diese Insel besucht; er berichtet, daß sie ursprünglich aus zwei wohl unterscheidbaren Theilen bestanden habe, deren einer sich durch die weiße Farbe auszeichne und aus Bimsstein bestehe, der andere dagegen schwarz sey, und von Trachytlava gebildet. Beide vereinigten sich jedoch damals schon, als sich zwischen ihnen ein Ausbruchskrater erzeugt hatte, und noch gegenwärtig sieht man aus den Spalten ihres Bodens Schwefeldämpfe hervorbrechen.

Merkwürdig ist es, daß nach Virlet's Berichten in dieser Wiege neuen Insellandes gegenwärtig eine Erscheinung ähnlicher Art sich wiederholt vorbereitet. Man kennt nämlich zwischen Mikra-Kameni und dem 750 Fuß hohen Absturze der Hauptinsel schon seit einer Reihe von Jahren eine Stelle des Meeresgrundes, welche langsam, aber sehr merklich emporsteigt. Vor etwa 20 Jahren soll dieselbe noch 20 Fuß Tiefe gezeigt haben, im Jahre 1830 hatte sie dagegen nur noch 7—8 Fuß, und sehr wahrscheinlich wird sie nun bald über die Oberfläche des Meeres emporsteigen. Eine genauere Untersuchung dieser merkwürdigen Stelle ergab zugleich, daß sie bei einer Länge von etwa 2400 Fuß und bei einer Breite von 1500 Fuß ringsum durch sehr ansehnliche Tiefen scharf abgeschnitten ist. Sie besteht äußerlich aus festem Trachyt, und Virlet vergleicht ihr Emporsteigen sehr passend mit dem Fortrücken eines Korkstöpsels durch die Gewalt einer in Gährung befindlichen Flüssigkeit.

Andere Meeresgegenden, in welchen ähnliche Erscheinungen stattgefunden haben, über welche wir jedoch nur wenig Detail kennen, sind zunächst die Umgebungen Islands. Dort entstand im Jahre 1783, während eines heftigen Ausbruches des Skaptar Joekul, nahe an der Südküste eine neue Insel, welche jedoch bald wieder verschwand.

Ungleich großartiger und wahrscheinlich am bedeutendsten unter allen bekannt gewordenen Ereignissen dieser Art ist das Emporsteigen einer neuen Insel in der Reihe der Aleuten, welches uns unstreitig in neuesten Zeiten am vollkommensten durch die Nachrichten von Kotzebue bekannt wurde. Dieses Ereigniß fand in der Nähe der ansehnlichen, gleichfalls vulkanischen Insel Umnak Statt, von wo aus es durch mehrere darüber vernommene Personen gesehen wurde. Es begann im Monat Mai 1796, wo man zuerst, als das Wetter nach längeren Stürmen sich aufheiterte, einige Meilen vom Lande eine starke Rauchsäule aus dem Meere aufsteigen, und noch am Abende desselben Tages (am 8.

Mai) unmittelbar darunter das neue Land sah. Ein Erdbeben erschütterte Umnak, und in der Nacht sah man nun die neue Insel mit großer Heftigkeit Steine und Feuer auswerfen. Diese Erscheinung hielt ferner noch lange Zeit hindurch an, während die neu entstandene Insel ununterbrochen an Umfang und Höhe zunahm. Erst im Jahre 1804 war sie so weit ruhig geworden, daß die ersten Menschen dort zu landen wagten. Sie fanden sie indeß an den meisten Stellen noch sehr heiß, auch vergrößerte sie sich fortwährend bis zum Jahre 1806, und als sie damals im April von Unalaschka aus besucht wurde, brauchte man sie zu umrudern 6 Stunde Zeit. Um vom Ufer in gerader Richtung ihren Gipfel zu ersteigen, waren aber etwas mehr als 5 Stunden nöthig, und man kann daher wohl mit Leop. v. Buch schließen, daß ihre Höhe füglich auf einige tausend Fuß könne geschätzt werden; unstreitig also eine großartige Inselbildung, wie sie in historischen Zeiten in gleichem Maßstabe nicht wieder bekannt geworden ist.

Noch führen wir als eine Meeresgegend, welche an Entstehung neuer Inselländer, so wie an dem Verschwinden bereits lange gekannter Inseln besonders reich ist, das Gebiet der Mollukken und der Inseln in den Aequatorialgegenden des stillen Meeres an; doch fehlt uns über die dort vorgefallenen Begebenheiten fast alles Detail.

Wir wenden uns daher unmittelbar zu dem neuesten Ereignisse ähnlicher Art, welches der verewigte Fr. Hoffmann als Augenzeuge zu beobachten so glücklich war, zu der Entstehung einer neuen Insel in dem Meere von Sicilien im Jahre 1831. Es ist seit historischen Zeiten unbekannt, daß in den Sicilien umgebenden Meeren sich jemals irgend wo anders ein vulkanischer Ausbruch mit Erzeugung neuen Landes ereignet hätte, als nur vielleicht in der Nähe der Nordküste im Gebiete der liparischen Inseln; dort ist die kleine Insel Vulcanello höchst wahrscheinlich um den Anfang unserer Zeitrechnung entstanden, und hat sich später mit Vul-

cano vereinigt. Das Ereigniß aber, welches uns hier beschäftigt, fiel in hohem Grade unerwartet auf der entgegengesetzten südwestlichen Seite Siciliens vor, welche im Allgemeinen von vulkanischen Erscheinungen gänzlich entblößt, oder doch nur mit sehr schwachen Andeutungen derselben versehen ist. Dort liegt in etwa 15 Meilen Entfernung von der Küste, nahe an einer der nördlichsten Spitze von Afrika, Capo Bon oder Ras Adair, die ziemlich ansehnliche und ganz von vorhistorischen vulkanischen Ausbrüchen gebildete Insel Pantellaria. Ihr gegenüber an der Südküste Siciliens brachen bei Sciacca aus einem etwas mehr als 1000 Fuß hohen Kalksteinfelsen heiße Dämpfe in großer Menge hervor, heiße Schwefelquellen entspringen an seiner Basis, und gerade auf der Verbindungslinie zwischen beiden durch vulkanische Thätigkeit bezeichneten Punkten, etwa acht Meilen von Sciacca entfernt, erschien mitten im Meere das erwähnte neue Eiland. Seiner Erscheinung unmittelbar vorher gingen einige nicht sehr bedeutende Erdstöße, welche fünf Tage lang, vom 28. Juni bis 2. Juli, die Bewohner von Sciacca in Schrecken setzten, und von welchen zwei der stärksten (30. Juni und 2. Juli), wie wir schon oben gesehen haben, selbst mit der ihnen eigenthümlichen Richtung von Südwest gegen Nordost noch in dem 19 Meilen von Sciacca entfernten Palermo gespürt wurden.

Man ahnete damals überall und auch zu Sciacca durchaus nicht die Bedeutung dieser Erdstöße; nach dem letzten derselben begann indeß wahrscheinlich der Ausbruch, welcher die neue Insel erzeugte, auf dem Meeresgrunde an einer Stelle, welche nach zuverläßigen Angaben etwa 6—700 Fuß tief war. Das erste Erscheinen der dadurch erzeugten Beunruhigung an der Oberfläche des Meeres war bereits am 8. Juli durch ein vorübersegelndes Schiff (il Gustavo, Kapitän Trefiletti) wahrgenommen worden; man beschrieb die Erscheinung wie das Erheben einer großen Wassermasse, welche unter donnerähnlichem Getöse etwa zehn Minuten lang aufwärts sprudelte und dabei eine Höhe von

80 — 90 Fuß erreichte. Sie sank dann nieder und wiederholte sich auf derselben Stelle in unregelmäßigen Zeitabständen von 15, 20 — 30 Minuten, während sich aus ihr eine dicke Rauchwolke entwickelte, welche den ganzen Horizont einhüllte. Die Aufregung des Meeres in der Umgebung war sehr groß; viele todte Fische schwammen umher.

An der Küste von Sicilien ahnete man noch gar nichts von diesem sonderbaren Ereigniß. Während ein ungewöhnlich trüber, nebliger Horizont alle Aussicht in die Ferne verhinderte, sah man am 12. Juli Morgens zuerst eine große Menge kleiner, fein poröser Schlackenstückchen auf dem Meere umherschwimmend, welche ein frischer Südwestwind an die Küste trieb. Man roch gleichzeitig zu Sciacca und in der Umgegend einen auffallenden und lästigen Schwefelwasserstoffgeruch. Die kleinen Steinbrocken, deren Herkunft ein Räthsel war, bildeten am Lande eine oft mehrere Zoll starke Schicht, und die Fischer, welche in See gingen, fanden in geringer Entfernung von der Küste das Meer so mit derselben bedeckt, daß sie zuweilen genöthigt waren, mit den Rudern sich Platz durch sie zu machen. Gleichzeitig zeigte das Meer an seiner Oberfläche viele frisch getödtete Fische umhertreibend, deren sehr viele gesammelt und verkauft wurden. Am 13. Juli mit Tagesanbruch sah man am Meereshorizont eine hoch aufsteigende Rauchsäule, und am Abende eine Feuererscheinung in derselben, welche die Bewohner von Sciacca nicht mehr zweifeln ließ, daß ein vulkanischer Ausbruch sich ereignet habe. Sie zeigte sich ununterbrochen fortdauernd, ihre Entfernung von der Küste war aber zu groß, als daß man etwas Genaueres über dieselbe hätte ausmitteln können. Den ganzen Tag sah man die gleichförmig fast senkrecht emporsteigende Rauchsäule, von Zeit zu Zeit hörte man sehr deutlich ein donnerähnliches Getöse herübertönen, und am Abende blitzten sehr häufig helle Feuerstrahlen darin auf, wie das Wetterleuchten in warmen Sommernächten.

So sah Hoffmann auch diese Erscheinung, welche man theilweise schon weit her aus dem Innern der Insel von hohen Bergen aus bemerken konnte, und es glückte ihm, am 24. Juli derselben, so weit als möglich war, nahe zu kommen. Im Heranfahren von Sciacca aus bemerkte man zuerst in etwa 1½ Meilen Entfernung eine nur wenig über dem Meere hervorragende schwarze, kleine Insel, welche der Rauchsäule zur Unterlage diente. Wir näherten uns derselben, sagt Hoffmann, bis auf etwa eine Viertelstunde, und sahen deutlich, daß sie den über dem Wasser hervortretenden Rand eines kleinen Kraters von etwa 600 Fuß im Durchmesser bildete, welcher in fortwährenden Ausbrüchen begriffen war, und sich dadurch sichtlich immer höher und höher hervorarbeitete, indem die ausgeworfenen Massen sich regelmäßig, und nur durch die Windrichtung modificirt, um ihn ausschütteten. Aus der Mündung dieses Kraters stiegen zunächst ununterbrochen und mit sehr großer Heftigkeit, doch geräuschlos, große Ballen von schneeweißen Dämpfen auf. Sich aneinander kettend und durch einander rollend, bildeten dieselben eine besonders im Sonnenscheine überaus prächtige, glänzende Säule, deren Erhebung über dem Meere wir mit Wahrscheinlichkeit auf 2000 Fuß schätzten. Durch diese geräuschlos stets emporwirbelnde Rauchsäule schossen dann und wann schnell vorübergehend schwarze Schlackenwürfe, welche die Dampfwolken mannigfaltig durcheinander rollten; das Prachtvollste der ganzen Erscheinung zeigte sich in den von Zeit zu Zeit erfolgenden heftigeren Ausbrüchen schwarzer Schlackensand und Aschenmassen.

Unmittelbar unter und neben der weißen Rauchsäule erhob sich dann furchtbar drohend, oft bis zu 600 Fuß und darüber, eine dichte, schwarze Rauchsäule, welche an ihren obern Enden sich garbenförmig ausbreitete. In derselben war ein ununterbrochenes heftiges Arbeiten der stets von Neuem wieder herausgeschleuderten Sand- und Steinmassen bemerkbar, welche zu Tausenden an ihrem Umfange rings umherflogen und herabstürzten.

Jeder Stein, welcher durch den erhaltenen Schwung etwas weiter flog, als die Hauptmasse, führte einen Schweif schwarzen Sandes hinter sich her, und es entstanden dadurch merkwürdig strahlenförmige Gruppirungen, wie Raketenbüschel von dunkler Farbe, oder wie Cypressenzweige, welche einen unbeschreiblich schönen Anblick gewährten. Während der ganzen Zeit der Dauer dieses drohenden Phänomens zischte das Meer von den zahlreichen in dasselbe niederfallenden, offenbar stark erhitzten Sand- und Aschenmassen; weiße Dampfwolken stiegen rings aus demselben empor und entzogen bald die Insel unsern Blicken. Inzwischen ließ sich ein Platzen und Rasseln der in der Luft an einander schlagenden Steine, und ein Rauschen wie das eines niederfallenden Hagelschauers oder heftigen Regengusses vernehmen. Keine Flammen fuhren aus dem Krater und kein Leuchten war in demselben erkennbar, dagegen sah man in Augenblicken hoher Steigerung des Auswurfes eine große Zahl von oft hellleuchtenden Blitzen durch die schwarze Aschensäule hin- und herzucken, und einem jeden derselben folgte deutlich ein lauter und lange anhaltender Donner, welcher, von fernher gehört, oft ein gleichförmig fortrollendes Getöse zu seyn schien. So dauerte diese majestätische Erscheinung wechselnd oft nur 8 — 10 Minuten und selbst bis nahe an eine Stunde lang ununterbrochen fort, dann verschwand sie, und es trat eine mehr oder minder lange Periode der Ruhe ein, während welcher nur das Ausstoßen der Dampfballen fortdauerte. So beschrieben es auch noch spätere Beobachter, im höchsten Grade übereinstimmend mit den von Tillard bei Sabrina gesehenen und gezeichneten Erscheinungen.

Diese Reihenfolge starker Ausbrüche schüttete die hier in Frage stehende Insel in kurzer Zeit bis zur Höhe von etwa 200 Fuß über dem Meere, und bis zu einem Umfange von gewiß völlig einer Viertelstunde auf, und nachdem sie immer schwächer und schwächer geworden waren, endigten sie am 12. August, etwa einen Monat nach ihrem Anfange. Die neue Insel konnte nun ge-

fahrlos besucht werden, und ihre Produkte wie ihre ganze Bildung sind deßhalb später einer sehr genauen Betrachtung unterworfen worden. Ich selbst war am 26. September wieder dort, zwei Tage später Constant Prévost; doch übten die Wellen des Meeres an dem ringsum frei aus ihnen hervorragenden Sand- und Schlackenberge sehr bald sichtbar ihre zerstörende Kraft, sie benagten ihn äußerst sichtlich von allen Seiten, verkleinerten ihn mehr und mehr, und im December desselben Jahres verschwand er von der Oberfläche. Man hat später ihn sogar so tief weggespühlt gefunden, daß der Schifffahrt durch das Daseyn einer Sandbank an dieser Stelle keine Gefahr mehr zu erwachsen schien; indeß haben uns neuere Nachrichten belehrt, daß am 16. Mai 1833 neue Ausbrüche an derselben Stelle wieder begonnen haben, welche spurlos vorübergegangen sind. — Fig. 14 a (Taf. VI) ist ein Grundriß und Fig. 14 b eine Seitenansicht der Insel Ferdinandea, so wie sie am 18. Juli 1831 von dem britischen Marinekapitän Swinburne aufgenommen wurde; a der Krater mit siedendem Wasser; b der Landungsplatz; c 16,7 Toisen hoch; d Aufwallung, außerhalb der Insel.

Von den unmittelbar an die Entstehung neuer Inseln sich anschließenden Erzeugungen neuer Berge auf dem Festlande sind uns an Orten, wo keine regelmäßig thätigen Vulkane vorkommen, nur drei Beispiele bekannt geworden, welche wir als so bemerkenswerthe Seltenheiten hier unmittelbar mit erwähnen wollen.

Das ältest bekannte dieser Beispiele wird uns aus Griechenland und zwar durch Strabo berichtet; es ist das Emportreten eines neuen Hügels auf der Halbinsel von Methone oder Methana, zwischen Troezene und Epidaurus, in Argolis an der Nordostspitze Morea's. Er soll, wie uns ausdrücklich gesagt wird, durch einen feurigen Ausbruch entstanden seyn, und seine Höhe wird gewiß sehr übertrieben zu 7 Stadien oder nahe an 4000 Fuß angegeben. Hitze und Schwefeldampf machten noch zu Strabo's Zeiten diesen Ort

oft unzugänglich; man sah ihn öfter bei Nacht in der Ferne leuchten, und das Meer war in seiner Nähe in kochend aufwallender Bewegung. v. Hoff hat durch scharfsinnige Conjekturen es sehr wahrscheinlich gemacht, daß der Zeitpunkt dieser merkwürdigen Begebenheit etwa um das Jahr 290 vor Chr. G. falle, oder 50 Jahre vor dem ersten Ereignisse, welches von Santorin angeführt wird. Dodwell hat unter neueren Reisenden diese Gegend besucht und im Allgemeinen ihre vulkanische Beschaffenheit bestätigt. Sehr merkwürdig und oft wiederholt ist die Beschreibung dieses Ereignisses von Ovid, welcher die Entstehung dieses Berges wie die Auftreibung einer Blase ansieht, und dieß sehr malerisch motivirt.

Das zweite Beispiel der Entstehung eines Berges durch vulkanische Wirkung ereignete sich im Jahre 1538 in dem Meerbusen von Bajä bei Pozzuoli; es war die Bildung des noch heute so genannten Monte nuovo *), von welcher wir durch mehrere Augenzeugen einige, wenn gleich freilich doch immer sehr unvollkommene Berichte haben. Es erhellt daraus, daß damals die Umgegend von Neapel und Pozzuoli zwei Jahre lang vor dem Auftreten dieses Berges von heftigen Erdbeben beunruhigt wurde; der Vesuv blieb dabei ruhig und konnte nicht aufbrechen, daher suchten sich die expandirenden Kräfte des Innern in der Nähe andere Auswege. Nahe an dem Ufer des Meeres, dicht neben dem Avernersee, welcher selbst auf dem Boden eines erloschenen Kraters liegt, brach am 28. September die Erde auf. Man sah feurige Erscheinungen, vielfache Zerreißungen des Bodens, aus welchen, wie 1702 in den Abruzzen, Wasser hervorsprudelte, während das

---

*) Unsere Fig. 13 b (Taf. VI), welche eine Ansicht der Flegreischen Felder gibt, zeigt in 1 den Monte nuovo, in 2 den Monte Barbaro, in 3 den Avernussee, in 4 den Lucrinersee, in 5 die Solfatara, in 6 Puzzuoli, in 7 den Meerbusen von Bajä.

Meer sich vom Ufer zurückzog und eine breite Strecke trockenen Landes liegen ließ. Am 29. September bald nach Sonnenuntergang begannen dann Ausbrüche von glühenden Steinen, Rauch- und Flammenentwickelung, und in fast nicht mehr als zwei Tagen war der Berg entstanden. Die Eruptionen dauerten dann schwächer fort, endeten mit dem 3. Oktober und wiederholten sich dann noch einmal am 6. (wobei viele Menschen ums Leben kamen), und seitdem ist dieser Berg unverändert geblieben. Er ist gegenwärtig mit Buschwerk bewachsen, und wir fanden seinen Gipfel in naher Uebereinstimmung mit früheren Beobachtungen (von Pini) 427 Pariser Fuß über dem Meeresspiegel. Sein etwa 1500 Fuß im Umfange haltender Krater ist noch sehr wohl erhalten und setzt fast bis zum Meeresspiegel nieder (55 Fuß Meereshöhe); zu Spallanzani's Zeiten hatte er sogar auf dem Boden noch eine erhöhte Temperatur, welche gegenwärtig verschwunden ist. Die Basis des ganzen Berges hat nach Pini etwa 8000 Fuß im Umfange; an der Meeresseite desselben gibt es heute noch eine Spalte, welche warme Wasserdämpfe aushaucht. Was endlich die Ruhe des Vesuvs um diese Zeit betrifft, so verdient es wohl bemerkt zu werden, daß dieser Berg damals zwischen 1306 und 1631, also in 325 Jahren, nur allein im Jahre 1500 eine ganz unbedeutende, rasch vorübergehende Eruption machte; er hatte gleichzeitig fast ganz den Charakter eines thätigen Vulkanes verloren, indem er völlig bewachsen war, und selbst in der Ebene seines zusammengefallenen Kraters große Bäume standen. Die auf seinem Heerde vormals thätigen Kräfte hatten sich damals offenbar ganz von dort weggewendet, dafür entstand aber auch nicht nur der Monte nuovo, sondern es erfolgten noch inzwischen acht Eruptionen des Aetna, und Erdbeben wütheten heftig in vielen Theilen von dem Erschütterungskreise des Mittelmeeres.

Das dritte und neueste uns bekannt gewordene Beispiel von der Entstehung neuer Berge ist die Bildung des Vulkanes von Jorullo in der Intendantschaft von

Valladolid, etwa sechs Tagereisen westlich von Mexiko, am 29. September 1759. A. v. Humboldt beschreibt darin eine der großartigsten Naturrevolutionen, welche die historische Zeit der Bildung unserer Erdoberfläche aufzuweisen hat, und deren Größe sie unter allen bekannten neueren Erscheinungen allein unmittelbar mit den Kraftäußerungen des alten Erdvulkanismus in Vergleich bringen läßt.

Die Gegend, in welcher sich diese merkwürdige Begebenheit ereignete, ist eine nahe an 40 Meilen von dem Meere entfernte Hochebene von etwa 2400 Fuß mittlerer Erhebung. Sie war früher durch ihre reiche Fruchtbarkeit ausgezeichnet, wohl angebaut, mit bewaldeten Hügeln versehen, und es bestand hier keine Art von Erinnerung einst in diesen Umgebungen vorgefallener vulkanischer Umwälzungen. Im Juni 1759 ließ sich hier ein erschreckendes unterirdisches Getöse hören, dasselbe war von heftigen Erdstößen begleitet, welche 50 bis 60 Tage anhielten; dann beruhigte sich Anfangs Septembers die Erde, aber plötzlich in der Nacht vom 28. zum 29. September begannen neue Schwankungen. Da erhab sich, so ist A. v. Humboldt's eigener Ausdruck, ein Landstrich von etwa 3 bis 4 Quadratmeilen Ausdehnung, den man Malpays nennt, wie eine weiche Masse in Form einer Blase, und noch heute erkennt man in den zerbrochenen Schichten die ursprünglichen Gränzen dieser Erhebung. Das Malpays hat an seinen Rändern nur etwa 40 Fuß Erhebung; allein die Wölbung dieses so aufgetriebenen Bodens stieg gegen die Mitte allmählig bis auf 500 Fuß. Dabei wurden nach den Aussagen derer, welche auf nahen Bergen Zeugen der furchtbaren Katastrophe waren, auf einer Ausdehnung von mehr als einer halben Quadratmeile Flammen hervorgetrieben und Trümmer durchglühter Felsen zu großer Höhe emporgeschleudert. Die Oberfläche des emporgequollenen Landes soll sich dabei wie sturmbewegtes Meer verhalten haben. Tausende von kleinen Hügeln von 5 bis 10 Fuß Höhe, welche von den Eingebornen hornitos (Oefen) genannt werden,

stiegen darauf aus der aufgetriebenen Fläche hervor und stießen Dampf aus. In der Mitte derselben spaltete der geschwollene Boden mit einem Riß, welcher von Nordnordwest nach Südsüdost hinzieht, und aus diesem sechs kleinere Berge, mit ihnen aber als Hauptmasse der Vulkan von Jorullo hervor. Er warf eine Menge schlackiger und basaltischer Laven aus, und seine größeren Eruptionen dauerten bis zum Februar 1760; nachher wurden sie seltener und verloren sich. Als A. v. Humboldt 1803 diese Gegend besuchte und den Jorullo bestieg, fand er den entstandenen Berg 263 Toisen (1578 Fuß) hoch über der Ebene oder 3700 Fuß über dem Meere. Sein Krater dampfte noch lebhaft; die hornitos in der Ebene bestanden aus einer verhärteten, thonähnlichen Masse, in welcher viel Kugeln von dichter basaltischer Lava eingebacken waren, und sie hauchten damals noch heiße Dämpfe aus. Bei dem Beginnen der großen Eruption waren auf der Ebene von Jorullo zwei kleine Flüsse, der Rio di Cuitimba und di San Pedro, verschwunden, dafür aber sieht man jetzt in dem aufgetriebenen Boden selbst (etwas weiter westlich) zwei Flüsse, welche das Gewölbe der hornitos durchbrochen haben. Bei einem Hofe, wohin sich diese Wassermassen zu richten scheinen, genannt Hacienda de la Presentacion, sieht man aus dem Malpays einen Bach starken Schwefelwassers ausfließen, welcher gegen 25 Fuß breit, und mithin wohl eines der reichsten Mineralwasser dieser Art ist.

Vulkanische Ausbrüche.

Nachdem wir die Erdbeben in ihrer Allgemeinheit betrachtet, ihre Erscheinungen und Verbreitung kennen gelernt haben, waren wir zur näheren Betrachtung ihrer Folgen der durch sie an der Erdoberfläche hervorgebrachten Wirkungen übergegangen. Die Erscheinungen derselben zeigen, daß sie in Ursachen begründet seyn müssen, welche in einem wesentlichen Zusammenhange

mit der Beschaffenheit des gesammten Erdkörpers stehen, denn sie äußern sich fortdauernd in allen Theilen der Erdoberfläche, wenn auch in gewissen Bezirken öfter und mit größerer Heftigkeit als in andern. Alle Umstände, welche sie begleiten, liefern den Beweis, daß sie mit den vulkanischen Thätigkeiten sich in genauer Verbindung befinden und nicht ein für sich abgeschlossenes Ganze bilden, welches unabhängig von den übrigen vulkanischen Aeußerungen betrachtet werden kann. Diese Verbindung haben wir näher kennen gelernt und sind dadurch auf Erscheinungen geleitet worden, welche schon vulkanische Ausbrüche im engeren Sinne des Wortes bilden; so sahen wir die Verbindung zwischen Erdbeben und dem Hervorheben neuer Inseln aus dem Meere, neuer Berge auf dem Festlande, verbunden mit dem Auswerfen von Schlacken, Asche unter feurigen Erscheinungen, als etwas regelmäßig Wiederkehrendes.

Wir sind dadurch nun genug vorbereitet, um die Verhältnisse einer näheren Betrachtung zu unterwerfen, welche sich an solchen Punkten darstellen, wo nicht nur einmal sich eine Verbindung zwischen dem Sitze vulkanischer Wirksamkeit und der Oberfläche öffnet, sondern wo diese Verbindung zu wiederholten Malen, wenn auch mit längeren Unterbrechungen, sich wiederherstellt, wenn neue Steigerungen der Processe in diesem vulkaschen Heerde erfolgen, und die zusammengepreßten Gase, die flüssig gewordene Masse vor sich hertreibend, einen Ausgang auf dem schon früher gebahnten Wege suchen.

Diese Verbindungspunkte aber zwischen dem vulkanischen Heerde und der Erdoberfläche sind es, welche wir in der ganz allgemeinen Bedeutung des Wortes mit der Benennung Vulkane bezeichnen. Da stets von der Menge der aus denselben hervorgetriebenen Stoffe in den Umgebungen derselben mehr oder minder beträchtliche Erhöhungen des Bodens erzeugt werden, so sind wir gewohnt, uns Vulkane unter dem Bilde von Bergen zu denken, welche in ihrem Innern einen schlotähnlich emporsteigenden Verbindungsweg des Erdinnern mit der Atmosphäre enthalten; so nennen wir einen

solchen Berg auch wohl sehr bezeichnend in unserer Sprache einen feuerspeienden Berg, und die der Atmosphäre zugekehrte Mündung seines mehr oder minder permanenten Verbindungsweges den Krater.

Es bedarf nun wohl keiner Erläuterung mehr, daß die Entladung der das Innere der Erdrinde auseinander pressenden Stoffe durch den Ausführungsweg der Vulkane es eigentlich sey, welche wir im ganz allgemeinsten Sinne des Wortes mit der Benennung vulkanischer Ausbrüche bezeichnen, und sie sind es vorzüglich, deren Erscheinungen sowohl, als ihre Produkte und ihren Einfluß auf die Gestaltung der Erdoberfläche wir hier nun gesondert betrachten wollen.

Bevor wir zu dieser Betrachtung übergehen, verdient bemerkt zu werden, daß das, was man gewöhnlich unter dem Namen eines vulkanischen Ausbruches zu verstehen pflegt, etwas abweichend von dem hier aufgestellten ganz allgemeinen Begriffe ist. Man versteht unter dem Ausdruck vulkanischer Ausbruch gewöhnlich nur einen Vorfall der in hohem Grade gesteigerten Thätigkeit vulkanischer Wirkungen, wie er den Anwohnern feuerspeiender Berge nur von Zeit zu Zeit an denselben bemerkbar wird, und da fast alle Vulkane, mit sehr wenigen Ausnahmen, sich so verhalten, daß bei ihnen stets auf einzelne Vorfälle bedeutender Kraftentwickelung mehr oder minder lange Perioden einer nur unbedeutenden Thätigkeit, ja einer fast völligen Ruhe in allen sichtbaren vulkanischen Erscheinungen folgen, so ist das, was man Ausbruch (Eruption) nennt, mehr die Ausnahme, als die Regel derselben, unerachtet Ausbruchserscheinungen doch von dem Wesen eines Vulkans unzertrennlich sind. Es ist mithin in diesem gewöhnlichen Sinne, wenn man die Zahl der Ausbrüche irgend eines Vulkans zählt, und also z. B. sagt, daß der Vesuv seit historischen Zeiten 52 Eruptionen gehabt habe, der Aetna 58, oder wenn wir sagen, daß der Aetna oder Cotopaxi an 40 bis 50 Jahre ohne Ausbruch gewesen sind.

Wir werden indeß sehr bald erkennen lernen, daß

von der unbedeutendsten Gas- und Dampfentwicklung, ja von dem Entweichen einer warmen Mineralquelle bis zum Heraustreten mächtiger Lavamassen, unter Begleitung geräuschvoller Explosionserscheinungen, nur eine ununterbrochene Reihe von Uebergängen stattfindet, und daß wir alle diese Vorgänge, als zur Klasse der Eruptionserscheinungen im Allgemeinen gehörig, von einem übersichtlichen, höheren Standpunkte aus ihrem Wesen nach durchaus nicht zu scheiden im Stande sind. Da indeß freilich ein Vulkan in seiner allgemeinen äußeren Erscheinung ein unendlich verschiedenartiges Bild darbietet, je nachdem wir denselben im Zustande bedeutender Explosionen oder nur in dem fast unterdrückter Thätigkeit erblicken, so wird es für unsern Zweck hier sehr geeignet seyn, diese mit ihm verbundenen Erscheinungen gesondert hervorzuheben.

Wir unterscheiden die Ausbruchserscheinungen, der naturgemäßen Uebersicht wegen,

in solche, welche bei dem gewöhnlichen Zustande unterdrückter oder schlummernder Thätigkeit der Vulkane, und

in solche, welche in dem Zustande ungewöhnlicher Thätigkeit, oder in dem der vulkanischen Explosionen auftreten.

Wir machen mit der Darstellung der ersten Reihe den Anfang.

Ausbruchserscheinungen im schlummernden Zustande vulkanischer Thätigkeit.

Der gewöhnlich mit der Benennung des ruhenden bezeichnete Zustand feuerspeiender Berge trägt diesen Namen sehr mit Unrecht, indem man dabei nur oberflächlich dem äußern Anscheine gefolgt ist. Denn nachdem Explosionen stattgefunden haben und die das Innere des Vulkans agitirenden Massen geschmolzener und gasförmiger Substanzen entleert worden sind, sinkt derselbe, falls wir ihn nicht geradezu als erloschen an-

sehen dürfen, keinesweges in einen Zustand absoluter Unthätigkeit zurück, sondern er fährt fort, unzweideutige, wenn gleich freilich sehr verminderte Zeichen seiner Verbindung mit dem Erdinnern zu geben.

Das ganz gewöhnliche und meistentheils schon von fernher sichtbare Zeichen dieser Verbindung, der Beweis von der im Innern fortdauernden Thätigkeit des vulkanischen Processes, besteht in dem mehr oder minder beträchtlichen Aufsteigen von Dämpfen oder sogenannter „Fumarole“ vorzugsweise aus dem Krater. Das Zusammentreten derselben zu einer Rauchsäule, welche den Gipfel des Berges krönt, ist eine in allen vulkanischen Gegenden vorkommende und für die Eigenthümlichkeit des äußern Anblicks feuerspeiender Berge äußerst bedeutungsvolle Erscheinung.

Nähert man sich dem Ursprungsorte, der Quelle dieser Dampfentwickelungen, so sieht man dieselben meist aus dem Boden oder den Einfassungen des Kraters, oder auch wohl aus den Seitenwänden des Berges in vereinzelten Strömen wirbelnd aus kleinen Rissen hervortreten, und sich dann allmählig zu einer größeren Masse vereinigen; ein zischendes Geräusch, welches sie ausstoßen, wenn ihre Entwickelung heftiger wird, unterbricht zuweilen die Einförmigkeit dieser Erscheinung.

Es ist nun wohl von ganz besonderem Interesse, die Stoffe kennen zu lernen, welche bei diesem Entwickelungsprocesse von Dämpfen aus dem Innern der Erde hervorgetrieben werden, und wenn gleich in dieser Beziehung noch nicht viel geschehen ist, so haben doch in den neueren Zeiten die Untersuchungen von Breislack, Gay Lussac, Monticelli am Vesuv und seinen Umgebungen, die von Daubeny am Aetna, und die von Boussingault an den Vulkanen Südamerika's äußerst schätzbare Aufschlüsse gegeben.

Vor Allem wissen wir aus den übereinstimmenden Aussagen aller Beobachter, daß bei weitem der vorwaltende Bestandtheil der aus den Krateren aufsteigenden Fumarolen aus Wasserdampf besteht. Von dem Vesuv und dem Aetna versichern dieß zahlreiche Beobachter

übereinstimmend, und in der That bedarf es zur Konstatirung dieser Thatsachen keiner besondern Untersuchung; denn man bewegt sich in den Dämpfen dieser Vulkane in den meisten Fällen mit Leichtigkeit, man athmet sie ein, ohne einen besonderen Geschmack oder Geruch, oder eine Hemmung in den Respirationsorganen zu bemerken, und so ist es auch nach den Aussagen zuverlässiger Beobachter bei allen andern uns bekannt gewordenen Vulkanen. So fanden es la Peyrouse, A. v. Humboldt mit Erstaunen bei der Besteigung des Pico von Teneriffa, dort gibt es nahe an seinem Gipfel einige Höhlungen oder Kanäle, aus welchen Wasserdämpfe hervorkommen, die sich bei der geringen Temperatur jener Höhe sehr rasch verdichten und sich nun tropfbarflüssig zeigen, was zu der sonderbaren Benennung Narines del Pico Veranlassung gegeben hat. Ebenso fand es neuerlich Boussingault bei der Untersuchung der Fumarolen an den Vulkanen von Tolima, von Puracé, Pasto, Tuquères, Cumbal, und so erwähnt auch A. v. Humboldt von dem Krater des Jorullo in Mexiko, welchen er etwa 60 Jahre nach seiner Entstehung besuchte. Auf der ganzen vulkanischen Insel Pantellaria, welche ich im Jahre 1831 besuchte, entweichen den oberen Theilen der Abhänge des Hauptberges, welcher übrigens in historischen Zeiten nie eine Explosion gehabt hat, fortwährend reiche Ströme von Wasserdämpfen, und da die Umgebungen sehr wasserarm sind, so fängt man sie auf eine sehr rohe Art durch vorgelegtes Strauchwerk auf, damit das aus ihnen kondensirte Wasser den Ziegenheerden zur Stillung des Durstes diene. Etwas Aehnliches erzählt Dolomieu von einer kleinen Trinkquelle auf dieser Insel, welche durch Verdichtung einer Fumarole entsteht.

Unstreitig aber die merkwürdigste hieher gehörige Thatsache, welche als Beweis für den außerordentlichen Reichthum der Entwickelung von Wasserdämpfen aus dem Innern der Vulkane dienen kann, führt Breislack an. Dieser ausgezeichnete Naturforscher war näm-

lich längere Zeit hindurch als Direktor der Alaun- und Schwefelfabrik in der Solfatara bei Pozzuoli (siehe 5, Fig. 13 b) angestellt, welche nichts anders als der Krater eines im schlummernden Zustande befindlichen Vulkanes ist, der seit 1198 keine Explosion gehabt hat. Die Fabrik selbst liegt im Krater, welcher an einer Stelle fortwährend eine ansehnliche Dampfsäule mit großer Heftigkeit ausstößt, und es ist dieser Lage wegen sehr schwierig und kostbar, sie mit dem zu ihrem Betrieb und für die Arbeiter nöthigen Wasser zu versehen, indem die ausgebrannten Wände des Kraters umher keine Quellen darbieten. Breislack faßte daher den Gedanken, die Wassermasse der Dampfsäule zu kondensiren, deren Entwicklung er ungemein lebendig und anziehend beschreibt; er leitete dieselbe durch eine mühsame Arbeit aus beträchtlicher Tiefe in einen hohlen Thurm von nahe an 50 Fuß Höhe. In demselben stieg nun die Dampfsäule empor bis zur Kuppel, diese aber war von mehr als 200 Oeffnungen durchbohrt, und in jeder dieser Oeffnungen steckte äußerlich und abwärts gekehrt eine 8 — 10 Fuß lange Röhre. Die so zertheilten Dämpfe hatten auf diesem Wege und bei dieser Zertheilung Zeit, sich abzukühlen und auch noch einige fremde Stoffe abzusetzen, und es tröpfelte daher aus den Enden dieser Röhren unabläßig klares, brauchbares Wasser hervor, welches man in ein Reservoir sammelte und auf diese Weise eine Wassermasse erhielt, welche Breislack wenigstens auf 6 — 7 Fässer oder 80 Kubikfuß täglich schätzte.

Mit den Wasserdämpfen vermischt aber entsteigen dem Erdinnern durch die Fumarolen der Vulkane auch noch mannigfaltige andere Substanzen, welche theils in freien Säuren, theils in durch Hitze flüchtigen Salzen, theils selbst in Metallverbindungen und in brennbaren Stoffen bestehen, und von welchen wir die hauptsächlichsten aufzählen.

Unter den Säuren vor Allem mag wohl nichts häufiger hier vorkommen, als die verschiedenen Säuerungszustände des Schwefels; ganz besonders häufig, und

wie es scheint, überall wohl ursprünglich ist es der Zustand des Schwefelwasserstoffs, welcher fast immer vulkanischen Dämpfen mit beiwohnt und sich so sehr leicht durch seinen eigenthümlichen Geruch zu erkennen gibt. Dieser Stoff ist bisher, so viel ich weiß, noch bei allen Vulkanen gefunden worden; der Vesuv, Aetna und Stromboli bieten dafür äußerst auffallende Beispiele. Als die neue Insel an der Südküste Siciliens 1831 entstand, war die Schwefelwasserstoffentwickelung so groß, daß man dieselbe, ohne eine Ahnung von ihrem Ursprunge zu haben, in Sicilien sehr deutlich riechen konnte, und daß in dem acht Meilen davon entfernten Sciacca Metallgeräthe (Silber insbesondere) dadurch deutlich angegriffen wurden. Auch in den Vulkanen Südamerikas fand Boussingault den Schwefelwasserstoff nächst den Wasserdämpfen immer vorwaltend, und der so ganz excessive Reichthum des Schwefels, welcher sich in fast allen Nachrichten über alle Vulkane der Erde erwähnt findet, scheint zu beweisen, daß dieses Verhältniß sich überall wiederholt. Denn der Schwefelwasserstoff hat die Eigenschaft, sich an der atmosphärischen Luft bei verhältnißmäßig sehr niederer Temperatur zu zersetzen, indem er mit dem Sauerstoffe der Luft Wasser bildet und den Schwefel metallisch fahren läßt. Diese Erscheinung kann man unter andern ungemein schön in der Solfatara bei Pozzuoli beobachten, und schon Breislack bemerkte, daß in den Röhren seines Condensationsapparates sich Schwefel krystallinisch absetzte. Bischoff hat diesem Gegenstand in neuester Zeit ganz insbesondere seine Aufmerksamkeit zugewendet.

Wo die Hitze sehr groß ist und Kontakt mit der Luft stattfindet, verbrennt der Schwefelwasserstoff mit Zurücklassung eines kleinen Rückstandes von Schwefel; der übrige Schwefelgehalt aber säuert sich und geht mit den basischen Stoffen der Umgebung schwefelsaure Verbindungen ein, welche sich nun wieder unter einander und besonders in Berührung mit kohlenstoffhaltigen Substanzen zersetzen, freien Schwefel, freie Säure entlassen. Es ist daher gewöhnlich in den Krateren der schlummernden

Vulkane der Schwefel in allen diesen Zuständen zu finden, überall, wo die Dampfsäulen austreten, begleiten dieselben citronengelbe Ueberzüge von mehr oder minder reinen, oft selbst schön krystallisirten Schwefelmassen; ganze Flächen zerrissener Felswände sind zuweilen mit solchen Krusten auf's Wunderbarste bekleidet, und dazwischen steigen dann hin und wieder die eigentlich erstickenden Schwefeldämpfe (schweflige Säure) auf, Schwefel wird sublimirt; an andern Orten bedeckt freie, flüssige Schwefelsäure die Gegenstände und übt auf Alles, was sie berührt, ihre zerfressende, ätzende Wirkung aus; von schwefelsauren Salzen aber, welche auf diese Weise entstehen, zeigen sich in den Krateren und Umgebungen der Vulkane ganz besonders häufig und ausgezeichnet der Alaun, der vielfach unter diesen Verhältnissen gewonnen wird, schwefelsaures Natron, Kali und Magnesia, und dann noch besonders der Gyps, eine in vulkanischen Gegenden sehr viel häufigere Substanz, als man bisher geglaubt hat, deren Art des Vorkommens viel Licht auf das Erscheinen des Gypses in älteren Gebirgen wirft, wo wir ihn so häufig auch mit Schwefel vereint finden.

Der Eindruck, welchen ein solcher mit stinkenden Dämpfen, mit Schwefelkrusten und Salzen erfüllter und bunt bekleideter Krater auf die Phantasie macht, ist in hohem Grade ergreifend. Die Alten glaubten sich an solchen Stellen an den Pforten der Unterwelt und nannten daher den Krater der Solfatara Forum Vulcani. Mit großer Lebendigkeit hat L. v. Buch auch in dieser Beziehung ganz besonders den Krater des Vesuvs geschildert, wie er ihn im Jahre 1805 sah, ebenso Alex. v. Humboldt den schwefelreichen Krater des Vulkans von Puracé. — Wir lassen hier erst v. Buch's herrliche Schilderung aus seinen geognostischen Beobachtungen folgen.

Seit dem August 1804 ist endlich der Vulkan wieder aus seiner tiefen Stille erwacht. Auf's Neue wirken die inneren verborgenen Kräfte; auf's Neue erschüttern Dämpfe den Berg und heben flüssige Lava bis zum

Rande des Kraters. Feurige Bäche haben jetzt wieder den Abhang bedeckt, und statt auf die Dauer eines oder weniger Tage beschränkt, laufen sie Wochen lang fort. Eine Thätigkeit in der innern cyklopischen Welt, von der wir bis dahin kaum etwas Aehnliches sahen. Und wie wenig erwartet! Weiße, leichte Dampfsäulen aus den Abhängen des Kraters nach dem großen Ausbruche, der Torre del Greco zerstörte, schienen nur Spuren — die Flammen im Februar 1799 nur das letzte Aufblicken eines verlöschenden Feuers. Der Krater war fortdauernd ein fast unerreichbarer Abgrund geblieben, der Boden hatte sich in neun Jahren kaum 80 Fuß hoch erhoben, und an den niedrigsten Stellen des Randes überstieg die Tiefe noch immer 400 Pariser Fuß.

Ein dumpf wiederhallendes Getöse, dann ein Stoß, durch den die ganze obere Hälfte des Berges erbebte, und ein darauf folgender schwarzer und dichter Rauch aus dem Krater waren am 22. Mai 1804 die ersten Zeichen des neuen Lebens der inneren Mächte. Nur ein vorbereitendes Zeichen — denn noch den größten Theil des Sommers hindurch ahndete man nicht die große Bewegung im Innern. Hätte nicht die merkwürdige Aussage der Fischer aufregen sollen, daß sich das Meer am 31. Juli zwischen Torre del Greco und Annunziata von seinen Ufern entferne? Das war ohne Erhebung der Ufer nicht möglich. Wenn aber schon der feste Fuß des Berges bewegt werden konnte, wie sehr mußten nicht dann Erwartung und Besorgniß sich auf neue Erscheinungen aus dem Feuerschlunde selbst richten.

Langsam und ruhig hatte sich der Krater erhoben und schon fast den ganzen Abgrund erfüllt. Man wußte es nicht. Am 12. August verkündete endlich eine gewaltige Detonation, daß nun die Dämpfe auch sogar die hindernde Masse im Krater zu durchbrechen vermochten. Und von nun an hat Neapel nicht mehr das immer wechselnde Spiel der glühend in die Höhe geworfenen, weitleuchtenden Steine verloren. Seitdem haben kleinere Kratere im größeren nie aufgehört, ungeheure

Massen von Dampf, wie in Pulsschlägen, in die Höhe zu stoßen.

Der Duca della Torre besuchte den Krater zwei Tage nach diesem Schlage. Gegen Südwest (die Meerseite) hatte sich ein Schlund im Boden von mehr als 80 Fuß Durchmesser eröffnet. Fürchterlich, wie die größten Sturmwinde, heulten daraus die Dampfstöße hervor; mit ihnen stiegen pfeilschnell prachtvolle Säulen von glühenden Steinen. Aber ehe sie den Boden mit Feuer bedeckten, trieben schon neue Stöße wieder neue Wolken und Schlacken bis über die Gränzen des Berges. Lava floß heftig über den Abhang des kleinen Kegels herunter gegen die Ränder des größeren Kraters, und füllte mit einem Feuermeer nach und nach den wenigen Raum vom Boden bis zur äußeren Schärfe des Randes. Doch nur erst vierzehn Tage darauf war dieser Raum völlig ausgefüllt; erst am 29. August, Abends gegen 5 Uhr, erschien die glühende Lava oben am Berge. Sie riß einen Theil des Randes mit fort und floß nun schnell am Abhange herunter; ein feuriger Bach, der sich unaufhaltsam in vielen Armen über reiche Weinfelder verbreitete. — Langsam, auf der tieferen Fläche mit 1300 bis 1600 Fuß Breite, oft 24, ja bis 30 Fuß hoch. — Erst am 15. September, siebzehn Tage nach dem Ausbruche, stockte der Strom, nachdem er weit über den Hügel der Camaldulenser bei Torre della Nunziata vorgerückt war. Die Erscheinungen im Krater änderten sich nur wenig durch diesen Lauf der Lava. Dämpfe und Rauch folgten sich in ununterbrochenen Stößen, aber Flammen sah man nicht, und kein Aschenausbruch folgte dem Abfließen. Es war keine Seitenöffnung des Berges und der Krater leerte sich nicht.

Schneller floß wieder die Lava am 22. November. Schon am folgenden Tage hatte sie bis auf den Feldern von Torre del Greco mehr als eine halbe deutsche Meile durchlaufen. Man erwartete sie am Ufer des Meeres; aber an demselben Tage versiegte der Quell von oben. Die Lava blieb stehen. Der gewaltige Stoß der Dämpfe, welcher eine solche Lavamasse über den Berg herabtrei-

ben konnte, war vielleicht zu heftig, um gleichmäßig zu dauern, oder sich sogleich zu erneuern.

Wir waren am Rande des Kraters acht Monate darauf. Statt des Abgrundes vor uns sahen wir, überrascht, den Boden des Kraters stufenweise sich weit über diesen Rand selbst herausheben. Ein verwirrtes Chaos von Kegeln und Thälern dazwischen. Wie Meereswellen im Sturm erstarrt und versteinert, und der Anblick von oben wie auf einem Relief von Schweizergebirgen. Fest in der Mitte steht ein Kegel über die andern hervor, 220 Fuß über dem untern Rande. Weiterhin einer der regelmäßigsten kleinen Kratere, etwa 50 Fuß weit, 40 Fuß tief. Zwischen beiden öffnete sich 1804 die Lava den Weg. Noch sieht man ihren Lauf gegen die Vertiefung, die sie sich am Rande ausriß und durch welche sie vom Krater abfloß. Ungeheure Felsblöcke, in wunderbaren Formen gehäuft, bezeichnen den Ort des Ausrisses und die Größe der Kraft, welche die Lava in solche Blöcke zertheilte.

Jetzt erinnerten uns nur mehrere Spalten über den Boden weg an das innere Feuer unter den Füßen. Dämpfe stiegen daraus hervor und große Wärme; aber die kleinen Kratere waren in die größte Ruhe versunken. Endlich, tief im nordöstlichen Winkel, dort, wo sogleich darüber die nördliche Felswand des Kraters 400 Fuß heraufsteigt, erreichen wir den thätigen Schlund. Wir sehen in einer Vertiefung einen 20 Fuß hohen Kegel von schwarzen Schlacken; eine große Oeffnung von der Spitze herunter. Ein leichtes Beben des Bodens hält uns gefesselt, gleich darauf ein Zischen, dann plötzlich ein prächtiger Ausbruch von glühenden Steinen, wie tausend Raketen neben einander, höher als der Berg selbst. Mit einem furchtbaren Geräusch, als öffneten sich zugleich die Ventile einer ganzen Sammlung von Feuermaschinen. Die Schlacken fallen wie Thränen über den Abhang des Kegels und bedecken ihn mit einer feurigen Schicht. In wenig Sekunden ist das Feuer erlöscht; tiefe Stille folgt der großen Bewegung. Zwei oder drei Minuten darauf neues Beben, neuer Ausbruch

von Dämpfen und von Schlacken senkrecht hinauf. Dichte und schwarze Dampfwolken begleiten den Ausbruch. Sie erreichen uns oft, aber sie beschweren uns nicht. Gewiß waren es größtentheils nur Wasserdämpfe; aber fast zu gleicher Zeit war uns allen der sehr bestimmte Geruch von verdampfendem Bergöl auffallend. Wahrscheinlich dringen auch saure Dämpfe hervor. Blaue Farben wurden geröthet; Stahl und Eisen schnell mit Rost überdeckt.

Wir standen in Betrachtung dieses großen Schauspiels verloren auf einer Spalte, deren Richtung durch warme Dämpfe bis über den Gipfel eines neuen Kegels bezeichnet war, gegen die Westseite hin. Wir stiegen etwa 80 Fuß hinauf und fanden dort die Spalte 3 bis 4 Fuß geöffnet. Unerträgliche Hitze treibt uns zurück. Die Wände sind beinahe 3 Zoll stark mit einer dicken Salzrinde bedeckt. Wir sammeln das Salz und entdecken zu unserm Erstaunen, nach Krystallisation und Geschmack, daß es salzsaure Soda, Küchensalz ist. So beweist uns hier die Natur mit der größten Evidenz die so lange und so hartnäckig bestrittene Sublimation des Kochsalzes. Schwefel ist fast nirgends. Der gelbe Ueberzug über den Boden an einigen Stellen des Kraters entsteht nicht von Schwefel; es sind größtentheils oxydirte metallische Substanzen. In den großen Blöcken selbst, am Anfange des Stromes vom Kegel herunter, sahen wir in der dichten, schwarzen, basaltartigen Hauptmasse häufige Glimmerkrystalle, fast unversehrt. Viele kleine Leucite, theils wirklich erkennbar, theils mikroskopisch, und Augit, auch in diesem, wie fast in allen vesuvischen Strömen, von fast gleicher Größe der Krystalle und in gleicher Menge. Der Strom hat sich hier in der Mitte ein Gewölbe gebildet, einen verdeckten Kanal. Die Oberfläche war schon erkaltet, als die untere Hälfte noch floß; jene vermochte diesem unteren Theile nicht zu folgen, als aus Mangel an Masse seine Hitze abnahm. Es blieb ein leerer Raum zwischen beiden, ein hohler Kanal in der Länge des Stromes. In diesen Höhlungen sahen wir fast überall prächtige Anschüsse von smaragdgrünem,

salzsaurem Kupfer, und dann noch als Fuß lange Massen von glänzendem Eisenglimmer, theils auf dem Boden, theils an den Wänden und von der Decke herabhängend. Auch eine Substanz, die wir dieser Sublimationsfähigkeit nicht zugetraut hätten. Aber sie tritt in jeder Höhlung der Lava deutlich hervor, so lange diese noch im Zustande des Glühens verharret; nur sah man sie in so kolossalen Formen noch nicht, als in diesem merkwürdigen Gewölbe der Lava von 1804.

So war der Krater vor dem Ausbruche. Der Kegel um den auswerfenden Schlund vergrößerte sich nach und nach, und diese Schlackenausbrüche selbst schienen häufiger und furchtbarer zu werden.

Gegend Abend, am 12. August, erblicken wir, vom Posilip her, statt einer auswerfenden Oeffnung, zwei; eine neue näher dem Rande. Ihre Ausbrüche sind fast ununterbrochen. Wir erwarten von dorther neue Erscheinungen am Berge. Aber das Feuer beruhigt sich wieder. Plötzlich, gegen 9 Uhr des Abends, bricht ein Feuerstrom aus und fährt wie ein Hauch am steilen Abhange des Kegels herunter; in wenig Minuten hat er Weingärten erreicht. Wir werfen uns in ein Boot; wir treiben die Ruderer; aber kaum können wir vor der Lava die große Straße jenseits Torre del Greco erreichen, nur eine Viertelstunde jenseits der Stadt. Eben hatte sie die Mauer erreicht, die an der Straße hinläuft. Sie häuft sich hinter der Mauer und stürzt sie endlich mit großem Lärm nieder. Nun verbreitet sie sich langsam und bedroht den schönen Pallast des Cardinalerzbischofs von Neapel. Aber auch die jenseitige Mauer weicht ihrer Gewalt, — und sie eilt auf diesem Wege dem Meere zu. Um 2½ Uhr erreicht sie das Meer; fünf Stunden nach dem Ausbruch. In drei Stunden hatte sie den Weg bis zur Straße Torre del Greco durchlaufen. So schnell sah man noch nie am Vesuv einen Strom. Die Lava von 1794, die schnellste bis dahin bekannte, weit weniger lang, brauchte sechs Stunden zu ihrem Lauf bis zum Meer. Ein unbegreiflicher Anblick, der rothglühende Strom vom steilen Abhange

herunter und völlig zwei Stunden lang. Weiße, glänzende Flammen brechen überall stoßweise und blendend hervor, wie Blitze. Es ist das Feuer der entzündeten Bäume und Reben. Ein dichter und schwarzer Rauch hebt sich darüber in wirbelnden Wolken und schwebt über der ganzen Länge hin. Wenige hundert Fuß in die Höhe bildet er eine schwarze, scharfbegränzte Wolke; sonderbar abstechend gegen die Heiterkeit des übrigen Himmels, an welchem eben der Mond in größter Pracht glänzte. Wie durch eine unbekannte Macht schien die schwere Wolke über dem Strome erhalten. Ueber dem Strome breitet sie sich aus und verschwindet.

Noch vor Tagesanbruch erreichten wir den Krater. Wie sehr war nicht jetzt alles geändert! Die Lava hatte den Rand an demselben Orte, an welchem die Lava des vorigen Jahres aus dem Krater sich herabgestürzt hatte, tief weggeführt. Eine lange Kluft, ein Kanal mehr als 50 Fuß tief und mehrere hundert Fuß breit. Hier, aus dem Rande selbst, am Fuße einer Mauer von Lavaschichten, quoll das Feuer mit einer unglaublichen Schnelle hervor, ohne Donnern, ohne Lärm irgend einer Art, als dem des Reibens der fortgeführten älteren Lavenstücke gegen einander. Nur zuweilen das leichte Zischen ausbrechender Dämpfe. Vielleicht ist diese Stille bei der Heftigkeit und Schnelle eines Stroms, dessen gewaltige Hitze ihn nur von fernher zu sehen erlaubt, erhabener und furchtbarer, als das Toben und das Geheul am Ausbruchsschlunde selbst.

Der Boden des Kraters war um ein Beträchtliches tiefer gesunken; vielleicht um mehr als 20 Fuß. Jetzt hatte der Kegel um der auswerfenden Oeffnung die größte Höhe unter allen erlangt. Sein Umfang war um das Dreifache vermehrt; seine Höhe mehr als 100 Fuß. In der Tiefe hatte sich noch eine neue Oeffnung gebildet, aus welcher der Dampf mit durchdringendem Zischen hervorbrach. Aus der größeren hingegen stiegen gewaltige Säulen von glühenden Schlacken fast ununterbrochen mit Donnern, wie das Abfeuern ganzer Batterien hinter einander.

Der Strom hatte sich in wenig Stunden mit einer dicken, weißen Salmiakrinde bedeckt. Sobald auf der Oberfläche das Feuer erlöscht, schlägt sich darauf in ungeheurer Menge der Salmiak nieder. Sollte er nicht vorzüglich zu der Leichtflüssigkeit dieser Felsmasse, die wie Wasser vom Berge herabstürzt, gehören? So leicht und dünnfließend ist sie nach dem Erkalten nicht wieder. — Aus den Spalten im Strome erhoben sich häufig berggrüne Flammen, wahrscheinlich von entzündeten Bäumen, durch das salzsaure Kupfer der Lava gefärbt. Wie viele solcher Bestandtheile sind nicht unbeachtet in der Atmosphäre entstiegen! — Im Meere war der Strom nicht weit vorgerückt, etwa 50 Fuß in der Länge, 5 oder 6 Fuß hoch. Bei Torre del Greco hingegen vertrieb der Strom von 1794 das Meer mehr als 1000 Fuß weit, mit 3000 Fuß Breite und oft 15 Fuß hoch.

Auch diese Lava gleicht der von 1804 fast durchaus in ihrer Zusammensetzung. — Ueberall sehr kleine Leucite bis zur mikroskopischen Kleinheit. Die lauchgrünen Leucite ohne Spur eines blättrigen Bruches. In Höhlungen der Masse ist der Eisenglimmer durch blaue Farbe und metallischen Glanz nicht zu verkennen. Die Hauptmasse, wenn es möglich ist, durch die Menge der Leucite bis zu ihr zu dringen, ist weniger spröde, als sonst wohl gewöhnlich. — Merkwürdig ist es gewiß, daß die Ströme, welche vom Krater abfließen oder nahe unter dem Rande erschienen, der Leucite eine so ungeheure Menge enthalten; in denjenigen hingegen, welche tief unten am Kegel ausbrachen, in den Strömen von 1760 und 1794 Leucite durchaus fehlen. Hindert der Druck das Hervortreten der Leucite?

Nie hat man eine längere, nie eine schnellere, nie eine dünnflüssigere Lava gesehen. In fünf Stunden 26000 neapolit. Palmen! Der Strom von 1804 durchlief nicht mehr als 22500 Palmen. Die Länge der Lava von 1794 ist nur 21540 Palmen; die von 1737 22680 Palmen. Und vielleicht ist auch noch nie eine Lava länger geflossen. Am 12. August brach sie hervor, und bis in

September hat sie nicht aufgehört, wie ein Bach vom Rande des Kraters zu strömen.

Die großartigste Erscheinung der Art, welche Fr. Hoffmann zu beobachten Gelegenheit fand, bot unstreitig der prächtige Krater von Vulcano dar, eine majestätische Höhlung von 1200 Fuß im Durchmesser und etwa 400 Fuß Tiefe, aus welcher eine ungeheure Dampfmasse mit heftigem Geräusch oft bis zur Gefahr des Erstickens hervordringt. Solche ununterbrochen fortarbeitende Schwefelwerkstätten in den Krateren schlummernder Vulkane kennen wir auch auf Island, auf den Inseln Martinique, Guadeloupe. Man nennt sie im Allgemeinen Solfataren, von der ältest bekannten dieser Art, welche freilich eine der unbedeutenderen ist, und man bezeichnet mit diesem Namen in der wissenschaftlichen Kunstsprache wohl den schlummernden Zustand der Vulkane überhaupt. Alex. v. Humboldt's glückliche Forschungen über das Innere von Asien haben das Daseyn der großartigsten unter den bis jetzt bekannten Solfataren bekannt gemacht, welche in der chinesischen Tartarei bei der Stadt Urum=tsi liegt, und nach mehrfach übereinstimmenden Aussagen einen Umfang von etwa 15 Stunden haben soll; eine Größe, vor welcher die Einbildungskraft zurückschaudert.

Nächst der Schwefelsäure scheint das Chlor einer der häufigsten unter den Bestandtheilen der Fumarolen zu seyn, doch ist es keineswegs darin so constant, wie die gesäuerten Zustände des Schwefels; denn es hat namentlich der so genau untersuchende Boussingault keine Spur von Chlor in irgend einem der Vulkane Südamerikas gefunden. In den Dämpfen des Aetna hat Daubeny seine Gegenwart nachgewiesen; ganz besonders häufig aber und entschieden wohl am häufigsten unter allen in dieser Beziehung untersuchten Vulkanen scheint es am Vesuv vorzukommen. Dort gedenken seiner sehr zahlreiche Beobachter, und Hoffmann hat es mehrfältig dort wahrgenommen. Die Chlorwasserstoffsäure läßt sich in den Dämpfen dieses Vulkanes sehr leicht durch den ihr eigenthümlichen Geruch unterschei-

den, welcher der Brust unangenehm auffällt, so wie durch die schneeweiße Farbe der kleinen Dampfwirbel, welche sie durch die Verbindung mit Wasserdämpfen bildet. Merkwürdig ist es, daß in den Chlorentwickelungen des Vesuvs, nach dem Zeugnisse mehrerer Beobachter, ein unläugbares und sehr starkes Schwanken stattfindet; denn als Gay-Lussac und A. v. Humboldt im Jahre 1805 den Vesuv besuchten, fanden sie dort in seinen Dämpfen fast nur schweflige Säure, die Chlorwasserstoffsäure war nur in schwachen Spuren vorhanden; auch L. v. Buch bemerkte dort nur schwache Spuren derselben. Im Jahre 1813 dagegen, im December, bemerkte Monticelli bei einer Besteigung des Vesuvs eine so enorme Entwickelung von Chlorwasserstoffsäure, daß es ihm deßhalb unmöglich war, an die Orte zu gelangen, wo er beobachten wollte. Als er dagegen im Mai 1814 wieder dahin kam, war er sehr überrascht, in den Dämpfen nur schweflige Säure und Schwefelwasserstoff zu finden; wir sehen also, daß zu Zeiten mehrfach abgeänderte Processe auf dem Herde vulkanischer Wirksamkeit vorgehen müssen.

Wenn übrigens auch Chlordämpfe in vielen Vulkanen eine Seltenheit seyn mögen und bei anderen vielleicht gar nicht vorkommen, so sind doch die von denselben gebildeten Salze in den Sublimationen vieler derselben keine Seltenheit, und wir nennen von ihnen daher hier unmittelbar die am meisten charakteristischen.

Salmiak, Chlorammonium, bekanntlich ein sehr flüchtiges Salz, wird fast bei allen Vulkanen als unter den Sublimationen befindlich angegeben; am Vesuv ist er, seltsam genug, nicht häufig, doch traf ihn Breislack 1794, L. v. Buch 1806 und Monticelli unter den Fumarolen von 1822. Sehr viel häufiger dagegen ist er in der Solfatara, und er scheint sogar in den Dämpfen derselben immer vorhanden zu seyn; denn Breislack gewann ihn dort in irdenen Röhren, durch welche er dieselben cirkuliren ließ. Eben so kennt man ihn auf Vulcano, und am Aetna soll er nach Ferrara's (Cabrera's und Boccone's) Zeugniß sogar zuweilen in so an=

sehnlicher Menge gefunden worden seyn, daß man einen ganz einträglichen Handel damit getrieben hat. Bei weitem die salmiakreichsten Vulkane der Welt aber scheinen, nach den uns jetzt zugekommenen Nachrichten, die beiden erst im letzten Jahrzehent bekannt gewordenen Hauptvulkane Inner-Asiens zu seyn, welche A. v. Humboldt unter dem Namen von Ho-t-scheou oder Vulkan von Turfan und Peschan oder Vulkan von Kutsché beschrieben hat. Von diesen beiden Bergen aus wird der Salmiak durch ganz Asien verbreitet, und namentlich bezahlen die Einwohner der Provinz Kutsché noch gegenwärtig den Tribut an den Kaiser von China in diesem Salze. Uebrigens rührt, wie Ritter und A. v. Humboldt bemerken, der Name dieses Salzes von seinem Vorkommen in dieser merkwürdigen Gegend her; denn man nannte es in älteren Zeiten tartarisches Salz oder Sal Armeniacum, woraus nachher Sal Ammoniacum geworden ist.

Kochsalz, Chlornatrium, ist unter den Produkten der Fumarolen eine viel häufigere Erscheinung, als man noch in sehr neuen Zeiten geglaubt hat, und dieß darf uns allerdings nicht wundern, da es bereits bei einer Temperatur wenig über der Rothglühhitze sich verflüchtigt. Sein Erscheinen ist aber in der That höchst merkwürdig, theils, weil es der Meinung, daß der vulkanische Proceß durch eine Verbindung des Erdinnern mit dem Meere bedingt werde, sehr günstig ist, theils, weil es ein wichtiges Licht auf das Vorkommen der Steinsalzlagerstätten in älteren Gebirgen wirft, welche vielfach mit dem auch durch vulkanische Processe entstehenden Gyps in Gemeinschaft vorkommen, und oft sich in Lagen befinden, welche ihre vulkanische Entstehung in früheren Perioden äußerst wahrscheinlich machen.

Am Vesuv finden wir das Daseyn des Kochsalzes zuerst besonders hervorgehoben durch L. v. Buch, welcher bei seiner dortigen Anwesenheit mit Gay-Lussac und A. v. Humboldt 1805 die Wände einer Spalte am Rande des Kraters, welche unerträglich heiße Dämpfe ausstieß, mit einer 3 Zoll dicken Kruste von Kochsalz

bedeckt fand. Dieser Berg erzeugte 1822 eine sehr große Quantität Kochsalz, und es ist namentlich bekannt geworden, daß er bei der großen Eruption in jenem Jahre eine mehrere Centner schwere Masse desselben auswarf, von welcher sich die Bewohner der Umgegend zum Schaden der Regierung ihren Salzbedarf holten. Ich selbst habe gesehen, daß der Vesuv im Sommer 1832 sehr viel Kochsalz erzeugte, welches, in Krusten und vereinzelten Würfeln krystallisirt, die Spalten der im Krater befindlichen Lava bedeckte. Es war damals wieder, wie schon früher, Gebrauch, daß arme Leute aus der Umgegend (Torre del Greco, Resina) auf den Berg gingen, um Salz zu suchen und damit einen kümmerlichen Handel zu treiben. Unter den andern Vulkanen, welche wegen Erzeugung des Kochsalzes bekannt geworden sind, nennen wir noch den Hekla in Island. Dieser Berg hat, nach dem Zeugnisse von Olafzen, zuweilen schon so viel Kochsalz producirt, daß man viele Pferde damit hat beladen und es zum Verkauf bringen können. Eine ähnlich reiche Salzproduktion wird uns durch Bory de St. Vincent von dem Vulkan auf der Insel Bourbon im Jahre 1791 berichtet, und nach Garzias Fernandez soll sogar eines der bedeutendsten Steinsalzlager Spaniens, das von Poza bei Burgos, sich in dem Krater eines erloschenen Vulkanes befinden.

Chloreisen ist gleichfalls ein den Sublimationsprodukten der Fumarolen sehr häufiger Körper; fast immer bemerkt man dasselbe verunreinigt mit Salmiak, Kochsalz, Chlorkalium. Dasselbe besitzt eine lebhafte gelbbraune und oft auch rothbraune Farbe; es zerfließt an der Luft und bedeckt daher sehr häufig die inneren Wände der Kratere mit den grell wechselnden Nüancen seiner Färbungen. Es ist daher auch gewöhnlich von den Beobachtern für Schwefel genommen worden, der zu manchen Zeiten im Krater des Vesuvs nur in sehr kleinen Quantitäten angetroffen wird.

Chlorkupfer findet sich häufiger, besonders am Vesuv, unter den Fumarolenprodukten; es scheint den Dämpfen, welche der Lava entweichen, stets beigemischt

zu seyn, denn es findet sich oft in den Spalten der Lava nach ihrem Erkalten (ein glänzendes Beispiel davon gibt die Lava della Scala); auch habe ich selbst bemerkt, was schon vor mir viele Beobachter erwähnen, daß die frischfließende Lava sehr oft eine lebhaft blaugrüne Flamme gibt, wenn man brennbare Sachen darauf wirft. Es ist ferner eine ganz gewöhnliche Erscheinung, die in unruhigen Zeiten sich im Krater an den Spaltenwänden sammelnden Salze durch diese Verbindung grün gefärbt zu finden, denn diese Krusten werden von Liebhabern besonders gesucht. L. v. Buch spricht mit Entzücken von den prachtvollen smaragdgrünen Krystallen, welche er in Höhlungen frischer Lava eingeschlossen sah. In außerordentlicher Häufigkeit findet sich das Chlorkupfer ferner noch am Monte rosso bei Catania.

Als einer merkwürdigen Seltenheit ist hier wohl noch insbesondere das Chlorblei zu erwähnen, welches Monticelli und Covelli zuerst in Verbindung mit Kupfer, Salmiak u. s. w. unter den Fumarolenprodukten des Vesuvs von 1817 und 1822 gefunden und Cotunnia genannt haben. Es ist (nach Pilla) im Jahre 1832 wieder vorgekommen.

Nächst dem Chlor ist die Kohlensäure unstreitig noch die verbreitetste unter den Säuren, welche die Fumarolen aushauchen; doch scheint sie keineswegs allgemein aufzutreten. Boussingault fand sie in den Dämpfen aller südamerikanischen Vulkane anwesend. In den Fumarolen des Vesuvs aber scheint sie nur dann und wann aufzutreten; Monticelli und Covelli bemerkten sie dort im Jahre 1822, und ob sie in den Dämpfen anderer Vulkane vorhanden sey, wissen wir nicht; doch haben wir alle Ursache, es zu glauben, da die Kohlensäure bei den vulkanischen Processen sich so ungemein thätig und einflußreich zeigt, denn Kohlensäure entweicht dem Boden in den Umgebungen aller Vulkane oft in außerordentlicher Menge, zugleich besonders nach heftigen Eruptionen, und sie ist es, welche dann die oft plötzlich aufsteigenden, sogenannten Mofetten so verderblich macht. Mehr oder

minder heftige Entwickelungen von Kohlensäure sind es, welche häufig an den Rändern erloschener Kratere, wie in der Eifel, in der Auvergne, als das einzige Zeichen der noch unterirdisch fortdauernden vulkanischen Thätigkeit auftreten, und eine Menge von Gründen führen uns zu der Ansicht, daß selbst da, wo an dieser Säure reiche Wasser (gemeinhin Sauerbrunnen genannt) entspringen, eine durch frühere Zerrüttungen bewirkte Verbindung des vulkanischen Herdes mit der Oberfläche stattfindet.

Uebrigens ist das Auftreten dieses Stoffes unter den vulkanischen Erzeugnissen auch noch deßhalb besonders merkwürdig, weil ganz gegen die, lange Zeit hindurch herrschende Ansicht kein kohlenstoffhaltiger Körper sonst unter den von Vulkanen ausgeführten Substanzen vorkommt. Die gewöhnliche Lava vor Allem führt entschieden keine Kohle, so erwünscht es auch der früher von der Natur der Vulkane herrschenden Ansicht war, ihre schwarze Farbe von derselben herzuleiten, und das Einzige, was man in dieser Beziehung etwa noch anführen könnte, ist der zuweilen bei vulkanischen Dampfentwickelungen auffallend wahrgenommene Geruch von Erdöl oder Naphtha. L. v. Buch bemerkte diesen Geruch 1805 am Kraterrande des Vesuvs, und spricht davon ausdrücklich als von etwas Auffallendem. Poulet Scrope will ihn mehrfach bemerkt haben; Ferrara erwähnt ihn vom Aetna, und Hoffmann hat ihn als eine auffallende Erscheinung unter den Umständen bemerkt, welche bei dem Besuche der Isola Ferdinandea (1831) interessant waren. Der Ursprung des Wasserstoffes wäre in allen diesen Fällen leicht nachgewiesen, der Kohlenstoff aber bleibt räthselhaft. Daß übrigens die Kohlensäure mit den im Krater vorhandenen Basen, als Kali, Natron, Kalkerde ꝛc., zahlreiche Salze bildet, bedarf wohl keiner besondern Erwähnung.

Eine andere Säure, welche mit den Fumarolen entweicht, ist entschieden noch die Boraxsäure; sie ist sehr häufig im Krater von Vulcano, wo sie jedoch erst im Jahre 1813 bemerkt wurde, und bildet dort große

Flächen, bedeckt mit kleinen, schimmernden Schüppchen, wie mit frisch gefallenem Schnee; sie wurde erkannt durch die Analyse von Stromeyer. Auch im Vesuv hat sie sich seitdem, wenn gleich als eine große Seltenheit, unter den Produkten der Fumarolen von 1817 gefunden; seitdem aber nicht wieder. Es ist anziehend, zu sehen, daß diese Säure in den Entwickelungen warmer Dämpfe mitten im Flötzgebirge wiederkehrt, welche an einigen Orten nahe der Küste von Toskana vorkommen und dort unter dem Namen der Lagoni oder der Fumacchie bekannt sind, unentwickelte Vulkane, welche auf eine sehr genügende Weise das Phänomen der Eruptionen mit jenem der warmen Quellen verbinden.

Außer den Säuren und den zu ihnen gehörigen Salzen bemerken wir noch unter den Produkten der Fumarolen ganz besonders:

Arsenik ist bis jetzt sowohl am Vesuv, als in der Solfatara, und zwar in letzterer bedeutend häufiger, als an ersterem gefunden; auch auf Vulcano kennt man ihn. Er findet sich meist in Verbindung mit dem Schwefel in den zwei bekannten Verbindungsstufen als Realgar und Auripigment, und von ersterem kennt man schöne, kleine Krystalle aus der Solfatara. In dem Salmiak ans Vulcano fand Stromeyer etwas arsenigte Säure beigemengt, wenn gleich in sehr geringer Menge.

Selen ist im Jahre 1824 zuerst von Stromeyer unter den Produkten des Kraters von Vulcano entdeckt worden und findet sich dort in Verbindung mit dem Schwefel, dem es eine hoch orangegelbe Farbe mittheilt, von welcher man früher irrig glaubte, daß sie von Arsenik herrühre. Der Schwefel anderer Vulkane ist bisher noch nicht auf diese Substanz untersucht worden; doch macht schon die Farbe vieler Varietäten desselben es wahrscheinlich, daß einst auch in ihm noch das Selen sich werde nachweisen lassen.

Unter den metallischen Substanzen nennt Dolomieu noch das Quecksilber und den Spießglanz; sie sind aber nach ihm nie wieder aufgefunden worden, wie

Breislack ausdrücklich erwähnt; es ist daher hier wahrscheinlich ein Irrthum vorgegangen.

Ein Körper, welchen wir hier noch besonders hervorzuheben nicht unterlassen können, ist der Eisenglanz, welcher ganz wie die Produkte von Sublimationen auf Spalten alter Laven in frischen Höhlungen und Rissen in den Krateren vorkommt und fast bei keinem bekannten Vulkane zu fehlen scheint (wenigstens die europäischen haben ihn alle, und selbst die erloschenen im südlichen Frankreich, in den Euganeen in Menge). Er bildet in diesem Zustande oft ungemein schöne, glänzende Krystalle, und dieß muß natürlich sehr auffallen, da dieser Körper, so weit wir wissen, selbst bei sehr hohen Temperaturgraden nicht flüchtig ist. Neuerdings ist indeß durch Mitscherlich dieses Räthsel gelöst worden. Man fand nämlich in einem Töpferofen in den Spalten seiner Backsteine Schnüre und Anflüge von schönen Eisenglanzkrystallen, welche vollkommen den vulkanischen gleichen, und es zeigte sich, daß sie dort durch Einwirkung salzsaurer Dämpfe in Verbindung mit Wasserdampf auf eisenhaltigen Thon gebildet wurden (es entsteht dadurch Chloreisen und Wasser, und das erstere zersetzt sich wieder in der Hitze, indem ein Theil des Chlors zu Chlorwasserstoffsäure wird und das Eisen als Oxyd in Krystallen zurückbleibt. Alle diese Elemente aber sind in den Krateren dampfender Vulkane vorhanden, und so kommt das Eisenoxyd, das nicht flüchtig ist, an Stellen in Vulkanen vor, wohin es nur in Dampfform gelangen konnte. Mitscherlich äußert hiebei zugleich die Vermuthung, daß dieses Eisenoxyd, einer sehr starken Hitze ausgesetzt, etwas von seinem Sauerstoff abgeben und Magneteisenstein werden müsse, und wirklich finden sich denn auch in den Spalten des Vesuvs Magneteisensteinkrystalle zusammen mit den Schuppen von Eisenglanz, welche höchst wahrscheinlich auf diese Weise entstanden sind.

Dieses sind vielleicht mit sehr wenigen Ausnahmen die Substanzen, welche von den Vulkanen im Zustande ihrer schlummernden Wirksamkeit ausgehaucht werden, wenigstens so weit sie durch die bis jetzt noch

sehr unzureichenden Untersuchungen bekannt geworden sind. Es ist sehr wahrscheinlich, daß bei fortgesetzten Arbeiten ihre Zahl noch bedeutend sich mehren werde, um uns eine Einsicht in die Natur der chemischen Processe zu gestatten, welche auf dem Herde vulkanischer Wirksamkeit fortdauernd vorgehen.

Die bis jetzt hier genannten Stoffe wirken übrigens, ein jeder nach seiner Art, zersetzend und verändernd auf die Oberfläche und die Seitenwände der Kratere ein, und es ist äußerst anziehend und merkwürdig zu sehen, wie sie, lange Zeit ohne größeren Paroxysmus, durch diese zersetzenden Wirkungen der von ihnen ausgehauchten Stoffe ein so ganz eigenthümliches Ansehen erhalten. Besonders thätig sind hiebei, wie leicht erklärlich, die irgend eine Säure enthaltenden Dämpfe, welche, indem sie die umliegenden Steine zernagen, die bizarrsten Zerstörungen (Risse und Spalten, zahnförmig vorspringende, abenteuerlich gestaltete Felsmassen) hervorbringen. Insbesondere greift die Schwefelsäure die an Thonerde reichen Laven an und bildet damit den in vulkanischen Gegenden in so beträchtlichen Anhäufungen vorkommenden Alaunstein (Solfatara, Tolfa, Vulcano, Ungarn, Mont d'Or); mit der Kalkerde, welche gleichfalls in mehreren vulkanischen Produkten vorkommt, bildet sie, wie schon erwähnt worden, den leicht krystallisirenden, aber auch leicht zerstörbaren Gyps, mit dem Eisen- und Kupfergehalt Vitriole; nur die Kieselerde bleibt häufig unangegriffen, und wenn die leicht löslichen Thon- und Kalkerdesalze weggewaschen werden, so entsteht dadurch ein meist aus Kieselmasse gebildetes, lockeres, schwammiges Gestein, welches die Dämpfe nun von allen Seiten leicht durchdringen und durch stetes Nagen an seinem Zusammenhange endlich in leicht zerfallende Staub- oder Sandmasse umändern können. Oft aber widersteht auch die Kieselerde selbst der Zerstörung nicht; denn theils ist sie selbst in geringem Grade im warmen Wasser löslich, theils verbindet sich das in so vielen vulkanischen Gesteinen vorhandene Kali oder Natron mit den stark erhitzten Wasserdämpfen, und so wird dann die Kieselerde

aufgelöst und die dadurch gebildete Kieselfeuchtigkeit bildet Ueberzüge, sintert in Spalten zusammen; es ist daher nichts gewöhnlicher, als in den Umgebungen der Fumarolen, und da, wo warme Dämpfe eine Zeit lang durchgestrichen sind, traubige Ueberzüge, stalaktitähnliche Zapfen, Adern und drusenähnliche Räume von sogenanntem Kieselsinter, Halbopalen, Chalcedonen und dergl. zu finden, welche die umgebenden zerfressenen Gesteine oft auf's Verworrenste verkitten. Besonders reich ist an solchen Produktionen Island, wo bekanntlich auch die Menge der entweichenden heißen Wasserdämpfe ganz ungemein groß ist; die schönen Opale von Mexiko, der edle Opal aus Ungarn, der Hyalith aus der Gegend von Frankfurt sind entschieden auf diese Weise entstanden. Recht sehr ausgezeichnet gehen diese Bildungen auch auf Lipari fast noch unter unseren Augen vor, und die Fumarolen der Inseln Ischia und Pantellaria, die der Solfatara zeigen alle ganz entschiedene Spuren solcher Bildung.

Eine merkwürdig verändernde Wirkung, welche die Dämpfe nächst dem Zerfressen und Zerstören auf die Gesteine ausüben, ist das Entfärben oder Bleichen derselben, worin, so allgemein dasselbe auch vorkommt, doch immer noch etwas Räthselhaftes bleibt. Das färbende Princip der meisten Laven, der Schlacken und des Sandes liegt wohl in einem reichlichen Eisengehalt, und nur in selteneren Fällen wohl in dem Kohlenstoff der bituminösen Substanz, welche man in vulkanischen Gläsern, in Obsidian, Pechstein gefunden hat. Beide werden von den, das Innerste der Gesteine durchdringenden Dämpfen besonders leicht angegriffen, das Eisen oxydirt sich, bildet Verbindungen farbloser oder leicht auflöslicher Salze, welche allmählig ausgelaugt oder vom Wasser fortgeführt werden; eben so auch oxydirt sich der Kohlenstoff und entweicht gasförmig als Kohlensäure. Es ist daher ganz etwas Gewöhnliches an solchen Orten, wo Fumoralen hervortreten, alles Gestein ringsumher von kreideweißer Farbe zu finden; höchst merkwürdig ist dabei die Wahrnehmung

von dem tiefen Eindringen der Dämpfe in das Innere der festen Gesteine, ohne daß in dem Zusammenhalt derselben eine merkbare Auflockerung stattfindet.

Kein Ort in Europa mag in dieser Beziehung interessanter seyn, als das seit Jahrtausenden von Dämpfen durchzogene Innere der Solfatara, welche schon von den Alten nach ihrer weißen Farbe Campi leucogaei genannt wurde. Dort trifft nur ein glänzendes Weiß das Auge, und man kann bei dem Anschlagen der umherliegenden Lavablöcke die bleichende Wirkung der Dämpfe, so wie die Veränderungen bis zu einer erdigen Consistenz, durch alle Stadien ihres Fortschreitens verfolgen, wie auch Breislack vortrefflich beschrieben hat. Eine ganz auffallend starke Bleichung hat ferner in der Umgegend von Neapel der Epomeo auf Ischia erlitten, dessen schneeweiße Spitzen schon von fernher in die Augen fallen. Ein sehr auffallendes Beispiel dieser Art führt L. v. Buch am Vesuv an, bei frischer Lava von 1794, welche unmittelbar in der Nähe des Kraters, von den Wirkungen der Dämpfe ganz weiß gebleicht, in geringer Entfernung davon, sowie ursprünglich überall schwarz war. Ungemein schön zeigt sich dieselbe Erscheinung an der Westseite von Lipari, wo an der Basis des alten Vulkans Monte di St. Angelo heiße Dämpfe austreten, und die schwarze basaltähnliche Lava in eine der Kreide in ihrem äußeren Ansehen ähnliche weiße, groberdige Masse verwandeln. — Entfärbte und in erdige Gesteine umgewandelte vulkanische Gläser sah A. v. Humboldt sehr schön an den Wänden von dem Krater des Pic von Teneriffa, welche ursprünglich aus dunkelfarbigem, glänzendem Obsidian gebildet waren; an der Oberfläche war jetzt Alles schneeweiß, und nur, wenn man stärkere der umherliegenden Stücke zerbrach, sah man im Innern noch zuweilen den dunkeln Obsidiankern. Etwas Aehnliches sieht man an Obsidianstücken in dem prächtigen Krater von Vulcano. Diese Beispiele von Durchdringung und Veränderung mitten im festen Gestein sind übrigens als Beweise gleicher Vorgänge in älteren Epochen der Erdbildung für das Vorkommen der Metall-

imprägnation angegriffener Krystalle mitten in wenig veränderten Porphyren von ganz besonderer Bedeutung, und in vielen Gegenden, welche in älteren Zeiten Einwirkungen von Vulkanen erlitten haben, können wir gegenwärtig, durch solche Beispiele geleitet, die Wege noch sehr gut wahrnehmen, welche die Entweichungen saurer Dämpfe genommen haben.

Ausbruchserscheinungen im Zustande der ungewöhnlichen Thätigkeit der Vulkane (bei Paroxysmen oder Explosionen).

Während im gewöhnlichen Zustande die Vulkane als ruhige Ableiter der im Innern der Erde vorgehenden chemischen Processe als Rauchfange über dem allgemeinen vulkanischen Herde dienen, deren Eruptionen nur gasförmigen Stoffen den Weg bahnen, ändert sich dagegen die Physiognomie des Ganzen, sobald irgend eine uns unbekannte Ursache die Thätigkeit im Innern plötzlich zu einer größeren Heftigkeit aufregt. Wenn die Massen im Innern schnell gewaltiger auffieden, sich blähen und durch die Oeffnungen der Erdkruste in die Höhe treten, wenn die Masse der dabei entwickelten Dämpfe zu groß wird, als daß die bisherigen Kanäle sie fassen können; dann treten gewaltsame und zerstörende Ereignisse ein, welche wir gewöhnlich Eruptionen im engeren Sinne zu nennen pflegen, und diese Paroxysmen der erregten Naturkräfte sind es eigentlich, deren Erscheinungen wir hier einer besondern Schilderung unterwerfen wollen.

So viel Eigenthümliches nach ihrer Lage auf der Oberfläche, nach der Form und Länge ihrer Zuführungskanäle, nach der Beschaffenheit der durchbrochenen Gebirgsarten und nach der verschiedenen Energie oder Richtung der wirkenden Kräfte auch ein jedes Auftreten solcher vulkanischen Paroxysmen besitzen muß, und so wenig wir auch oft die Einzelnheiten derselben an einem und demselben Berge füglich mit einander vergleichen

können, wie L. v. Buch sehr schön am Vesuv nachgewiesen hat, so zeigt sich doch, wenn wir einen vergleichenden Blick auf die Geschichte der bekannten bedeutenderen Eruptionen werfen, in ihnen allen eine Reihe von gemeinsamen Vorgängen, und wir sind im Stande, gewisse Hauptereignisse an allen zu unterscheiden, welche stets wiederkehren, und daher eine nothwendige Folge der bei allen ähnlich wirkenden, gemeinsamen Ursachen seyn müssen. Das große und scheinbar so verwickelte Phänomen der Eruptionen läßt sich füglich in gewisse Hauptmomente eintheilen, welche wir als den gesetzmäßigen Verlauf des Paroxysmus oder der Krisis ansehen mögen, die sich aus diesen Betrachtungen von selber ergeben, ohne streng systematische Abscheidung.

Alle größeren Eruptionen und alle Reihen derselben beginnen in der Geschichte der die Vulkane umgebenden Gegenden gewöhnlich mit mehr oder minder heftigen Schwankungen des Bodens, deren Mittelpunkt der Vulkan selbst äußerst deutlich zu seyn pflegt, dessen Ausbruch bevorsteht. L. v. Buch hat davon eine sehr anziehende Schilderung in Beziehung auf die Vorgänge in den Umgebungen des Vesuvs gegeben, und es tritt dieß besonders in den ältesten Nachrichten hervor, welche wir über die erste, historisch bekannte Eruption dieses Berges besitzen.

Als der Vesuv im Jahre 79 nach Christi Geburt jene weltberühmte Explosion machte, welche Pompeji und Herculanum zerstörte, und von welcher die Asche, nach den Zeugnissen gleichzeitiger Schriftsteller, bis Rom, ja bis Afrika und nach Syrien soll geflogen seyn (nach Dio Cassius), da war alle Kunde, daß dieser Berg jemals früher eine Explosion gehabt hätte, bei den anwohnenden Völkern völlig verloren gegangen, ja, wir besitzen darüber ein sehr vollgültiges Zeugniß des Strabo (Lib. V.), welcher kurz zuvor lebte, und in seinen Beschreibungen jener Gegend mit klaren Worten vom Vesuv sagt:

„Ueber Herculanum erhebt sich der Vesuv, ein „Berg, welcher von fruchtbaren Ländereien um-

„geben wird, mit Ausschluß seines Gipfels, wel-
„cher zum großen Theil eben ist. Er ist ganz
„unfruchtbar, von aschgrauer Farbe und hat viele
„Höhlungen, voll von Rissen und von Steinen,
„welche dunkel gefärbt sind, gerade so wie die-
„jenigen, welche der Wirkung des Feuers ausge-
„setzt gewesen sind. Man kann daher als wahr-
„scheinlich annehmen, daß es an diesen Orten
„einst gebrannt habe, daß an ihnen einst vulkani-
„sche Mündungen (Feuerschlünde) bestanden, wel-
„che erloschen, als das Material verzehrt war."

Diese Beschreibung macht die Betrachtung der uns überlieferten Vorgänge, welche der erst bekannten Explosion vorhergingen, ganz besonders merkwürdig. Sie waren von der Art, wie sie noch heute zu seyn pflegen, nur im Verhältniß der ihnen nachfolgenden Kraftäußerung. — Bevor jener Ausbruch erschienen war, ist Campanien, nach dem Zeugnisse der Schriftsteller, zwar häufigen Erdbeben ausgesetzt gewesen, doch waren dieß nur stets vorübergehende, leichte Schwankungen; Plinius und Seneca vergleichen sie den Gewittern, und sagen von ihnen, sie erschienen häufig und furchterregend, aber unschädlich. Doch schon 16 Jahre vor dem Ereigniß trat auch in dieser Beziehung eine schreckliche Aenderung ein. Im Jahre 63 nach Chr. Geb. ging eine unerhört heftige Erschütterung durch das Land, und in den Umgebungen des Vesuvs war sie von ganz besonderer Bedeutung; die damalige Seestadt Pompeji sank fast ganz in den Boden, Herculanum wurde zerstört, und auch Neapel und Nocera litten beträchtlich. Es war gleichsam, als habe die Kraft, welche im Innern des Berges aufwallte, erst eine Schranke durchbrechen müssen, bevor sie zur Erlangung der Freiheit durch die Zersprengung der Massen kommen konnte, welche den Zuführungskanal zu dem Krater verstopften. Man fürchtete indeß damals den nahen Berg noch nicht, und täuschte sich über die Ursache dieser konvulsivischen Erscheinung; denn später waren starke Erdstöße stets nur Vorboten mehr oder minder bedeutender Ausbrüche. Man baute daher

auch Pompeji von Neuem wieder auf, und wir sehen jetzt in der wieder aufgegrabenen Stadt, daß man eben noch mit Wiederaufrichtung und Ausbesserung älterer Bauwerke beschäftigt war, als das Schicksal sie unwiederbringlich ereilte. Auch Herculanum entstand prächtiger aus den Trümmern wieder. Allein die auf der vulkanischen Werkstätte thätig gewordene Masse verfolgte unaufhörlich drängend, ungeahnet von den arglosen Anwohnern, den einmal im Innern der Erdkruste aufgebrochenen Weg. Wenige Tage vor dem Ausbruche begannen die Schwankungen des Bodens wieder, und noch in der Nacht auf den 24. August, welche dem Ausbruche vorherging, erfolgte ein sehr heftiger Stoß, welcher selbst zu Misenum Alles durch einander zu rütteln schien und den elastischen Mächten den Weg zur Oberfläche bahnte; denn sehr bald nach ihm erschien jene ungeheure, drohende Aschenwolke über dem Berge, welche ihren Inhalt über Pompeji, Herculanum und deren reich angebaute Umgebungen herabschüttete. — Doch dürfte es hier am Orte seyn, die denkwürdigen Ereignisse zu erzählen, durch welche zwei blühende Städte gleichsam verschwanden.

Um den Fuß des Vesuvs lag, nach der Schilderung Strabo's und anderer Schriftsteller, eine fruchtbare, glückliche und wohl angebaute Gegend mit vielen Städten und kleinen und größeren Ortschaften (Herculaneum Castellum), Pompeja und Surrentum; Nuceria, Retina, Stabiä werden von anderen aufgeführt. Pompeja war kurz vor dem großen Ausbruche des Jahres 79, im Februar des Jahres 63 unter Nero's Regierung, durch ein Erdbeben ganz zerstört worden; auch ein Theil von Herculaneum wurde von diesem Erdbeben umgestürzt, und die ganze Gegend bis nach Neapel hatte dasselbe empfunden. Jene beiden Städte sind, seitdem man erst zu Ende des 17ten Jahrhunderts ihre Trümmer unter einer dicken Decke von vulkanischen Produkten wieder gefunden hat, die Zeugen für die seit Plinius und Strabo's Zeit in ihrer Gegend vorgegangenen Veränderungen geworden.

Die Ueberbleibsel von Pompeji, fünf italienische Meilen vom Gipfel des Vesuvs, sind mit einer Schicht von weißen Bimssteinen, Bruchstücken von Lava und anderen vulkanischen Substanzen von verschiedener Größe 13 — 14 Fuß hoch bedeckt. Unter diesen Bruchstücken finden sich Lavastücke von 8 Pfund an Gewicht. Diese Schicht ist von einer gegen 5 Zoll mächtigen Lage vegetabilischer Erde bedeckt; auf diese folgt wieder als Decke eine Lage von vulkanischen Auswürflingen, dann wieder eine Lage Dammerde 1 Fuß dick, und in gleicher Höhe mit dieser finden sich Spuren von Bauwerken; sie ist mit einer 10 Zoll hohen Lage von Auswürflingen, und diese zuletzt von einer 10 Fuß mächtigen Lage Dammerde, vermengt mit allerlei vulkanischen Produkten, bedeckt. Aus dieser Beschaffenheit des Bodens muß man schließen, daß die unterste Lage durch einen sehr starken vulkanischen Ausbruch (wahrscheinlich den vom Jahre 79) hervorgebracht worden ist, daß diesem noch zwei andere, für diesen Punkt in ihren Folgen minder bedeutende, und zwar in nicht sehr langen Zwischenräumen gefolgt seyn müssen, da die Lagen von Dammerde, welche sich in den Zeiten der Ruhe zwischen ihnen gebildet haben, von geringer Höhe sind, und daß endlich, nach dem Ausbruche, von welchem die oberste vulkanische Lage herrührt, ein Zeitraum von mehreren Jahrhunderten verflossen seyn muß, in welchem der Punkt von Pompeji von keinem bedeutenden Ausbruche erreicht worden ist. Denn man muß bedenken, daß zur Bildung einer nur einen Fuß dicken Lage von Dammerde schon eine sehr beträchtliche Reihe von Jahren erforderlich ist.

Herculaneum ist viel tiefer unter vulkanischen Massen begraben, als Pompeji. Die erste, d. i. die unterste Lage, welche die Straßen und Gebäude von Herculaneum unmittelbar bedeckt und ausfüllt und Alles darin durchdringt, ist feine, sogenannte vulkanische Asche, mit Bimssteinstückchen vermengt. Sie scheint nicht — wie man sonst wohl geglaubt hat — das Produkt eines Schlammausbruches gewesen zu seyn; sondern der Druck

von oben und die gesammelte Feuchtigkeit mögen verursacht haben, daß diese feine, beinahe staubartige Substanz im Laufe der Zeit zusammengebacken ist und die Consistenz eines verhärteten Thons angenommen hat. Ueber dieser lockeren Masse findet man Ströme von wirklicher Lava verbreitet; Ströme, die, so wie sie dort übereinander liegen, auf mehrere, in verschiedenen Zeiten auf einander gefolgte Ergüsse aus dem Vulkane deuten. Der älteste derselben, der die Asche unmittelbar deckt, rührt vielleicht auch von dem Ausbruche im Jahre 79 her, und hat vielleicht die ganz oder zum Theil verschüttete Stadt, bald nachdem der Aschenregen gefallen war, erreicht. Die Masse von Asche, Lava und Erde, welche Herculaneum bedeckt, ist nirgends weniger als 70 Fuß, an manchen Stellen aber sogar 112 Fuß dick. Die viel größere Nähe, in der die Stadt am Vesuv liegt, hat bei ihr die öftere Bedeckung durch Lavaströme möglich gemacht; Pompeji aber ist seit ihrer Verschüttung nie wieder von einem Lavastrome des Vesuvs erreicht worden. Da indessen diese letztere Stadt auf einem Grunde von Lava erbaut ist, so muß man glauben, daß der alte Vesuv in vorhistorischer Zeit seine Lava auch bis dorthin getrieben hat.

Auch Stabiä wird mit zu den Orten gezählt, die der Ausbruch vom Jahre 79 verschüttet haben soll, und in der That scheint diese von Mehreren bezweifelte Angabe nicht ungegründet zu seyn. Stabiä bestand zwar zur Zeit des ältern Plinius nicht mehr als Stadt, da, nach dessen eigener Erzählung, sie von Sylla zerstört und zur Villa geworden war. Daß aber diese Villa — 7 bis 8 italienische Meilen vom Vesuv — von seinem Aschenregen erreicht worden ist, sagt nicht nur der jüngere Plinius in der Erzählung von dem Tode seines Oheims mit deutlichen Worten, sondern es wird auch durch die heutige Beschaffenheit des Bodens bei Castellamare, wo Stabiä stand, bestätigt. Man findet nämlich dort eine Lage von denselben Auswürflingen des Vulkans, welche Pompeji bedecken, nur mit dem Unterschiede, daß die Lage bei Stabiä nicht so dick ist,

als die bei Pompeji, und daß sie aus weit kleineren Auswürflingen besteht, deren größte Stücke nur ungefähr das Gewicht von einem Lothe erreichen. Auch bei dem starken Aschenregen, der nach dem Ausbruche vom 22. October 1822 erfolgte, soll die Asche zu Castellamare fast einen Fuß hoch gefallen seyn.

Aus allem bis hieher Beigebrachten geht zwar hervor, daß der große Ausbruch des Vesuvs unter Titus wirklich Veränderungen, vorzüglich durch Erhöhung der Oberfläche, längs der Küste des Busens von Neapel hervorgebracht hat. Worin aber alle diese Veränderungen bestanden und wie weit sie sich auf die Gestalt der Küste selbst erstreckt haben, darüber sind die uns gebliebenen Nachrichten doch mangelhaft. Mannert gibt uns zwar eine vergleichende Zeichnung der ältern und neuern Küste; allein außer der einzigen aus Seneca geschöpften Angabe, daß Pompeji der Küste nahe gelegen und diese dort einen Busen gebildet habe, ist alles Uebrige dabei nichts als Willkühr. Man hat selbst bezweifelt, daß die völlige Zerstörung und Verschüttung von Herculaneum und Pompeji durch jenes Naturereigniß allein bewirkt worden sey, obgleich Dio Cassius ihre Zerstörung als eine Wirkung jenes Ausbruches ausdrücklich anführt. Vielmehr hat man aus verschiedenen Umständen schließen wollen, daß die Zerstörung beider Städte wenigstens im Jahre 79 nicht vollendet, sondern ein Theil derselben noch eine Zeitlang erhalten, ihre Herstellung versucht, und ihr gänzlicher Untergang erst durch später erfolgte Katastrophen herbeigeführt worden sey.

Diese Ansicht hat insbesondere ein Franzose, Herr du Theil, zu vertheidigen gesucht, indem er Zeugnisse für das Daseyn dieser Städte nach Titus Zeit zu finden geglaubt hat. — Er sagt, daß Titus den durch den Ausbruch des Vesuvs Beschädigten Unterstützung habe zukommen lassen. Dieses könnte indessen auch bei völliger Zerstörung der Städte geschehen seyn, denn die Eigenthümer der verwüsteten Güter mußten gerade nicht sämmtlich Einwohner oder Anwesende, und konnten

auch der Zerstörung Entronnene seyn. — Er bemerkt ferner, es sey anzunehmen, daß diese Städte noch unter Hadrian mit einem Ueberreste von Glanz bestanden hätten, indem die Züge einer Inschrift an der dort ausgegrabenen Reiterbildsäule eines Nonius Balbus den Charakter der Zeit Hadrians trügen. Ob dieser Charakter seine Veränderung während des Zeitraums von wenig mehr als einem halben Jahrhunderte deutlich genug zu erkennen gibt? darüber maßen wir uns kein Urtheil an. Weiter sagt du Theil, daß man die Städte noch unter den Antoninen angeführt finde, indem des Petronius Erzählung von dem Gastmahle des Trimalchio Andeutungen vom Daseyn der Stadt Pompeji, und wenigstens eines Theils von Herculaneum darbiete. Dieser Umstand aber scheint uns auf einer sehr willkührlichen, ja gewaltsamen Deutung zu beruhen; denn, wenn es auch ganz ausgemacht wäre, daß das Fragment des Petronius einer spätern Zeit als der der Antonine angehörte, so findet sich doch darin nichts, das zu einer solchen Deutung berechtigte. Ohne Zweifel hat du Theil die Stelle im Sinne gehabt, wo dem Trimalchio sein Geschäftsmann erzählt: „Eodem die incendium factum est in hortis Pompejanis, ortum nocte ex aedibus Villici.“ Wie läßt sich aber diese Nachricht auf das Bestehen der Stadt Pompeji oder eines Theils derselben deuten? Von Herculaneum aber findet sich gar nichts im Petronius. Der letzte der von du Theil für seine Meinung angeführten Gründen ist: daß noch die Peutingersche Tafel beide Städte als bestehend angebe, und daß sie erst in dem sogenannten Itinerarium Antonini fehlten. Er stellt diesen Grund auf eine solche Weise auf, daß man sieht, er setzt als eine ausgemachte Sache voraus, die Peutingersche Tafel sey ein älteres Denkmal als das Itinerar, und sey ein Denkmal, auf welches man ohne Bedenken einen solchen Beweis gründen könne. Das erste aber ist sehr zweifelhaft, und das letzte wird Niemand zugeben, da gar nicht nachzuweisen ist, aus welchem Zeitalter die Materialien und ersten Grundlagen

der Peutingerschen Tafel herrühren, und wie viel oder wie wenig aus späterer Zeit in die uns gebliebene Nachbildung dieser Wegekarte übergegangen ist.

Auf diese, in der That schwachen Gründe stützt du Theil die Muthmaßung, daß der gänzliche Untergang der Städte Herculaneum und Pompeji erst gegen das Ende des 5ten Jahrhunderts erfolgt seyn müsse. Da man nun angenommen hat, daß sich im Jahre 471 ein Ausbruch des Vesuvs ereignet habe, so ist er geneigt, diesem die endliche Zerstörung der beiden Städte zuzuschreiben. Diese Muthmaßung sucht er durch Anführen eines Briefes im Cassiodor zu unterstützen, aus welchem hervorgehen soll, daß die damals dem Verderben entgangenen Einwohner von Pompeji sich nach Nola, und die von Herculaneum sich nach Neapel gewendet und daselbst niedergelassen hätten. Er fügt hinzu, die letzteren hätten einem Theil der Hauptstadt den Namen Regio Herculanensium gegeben, wie durch mehrere Inschriften bestätigt werde. Wir werden weiter unten Gelegenheit haben, zu zeigen, daß die Nachricht von einem Ausbruche des Vesuvs im Jahre 471 nicht nur zweifelhaft, sondern selbst höchst verdächtig ist. Aus dem Briefe im Cassiodor ist kein Beweis für diesen Ausbruch zu nehmen; er enthält nichts, das hinderte, seinen Inhalt auf den Ausbruch vom Jahre 512 zu deuten, welcher ebenfalls und besser in die Zeit Cassiodors paßt, als einer im erstgenannten Jahre, in welchem Cassiodor noch in den ersten Kinderjahren war. Aber auch das, was du Theil in den Brief legt, steht nicht darin; sondern es wird darin nur vom König Theoderich dem Präpositus Faustus befohlen: einen zuverlässigen Mann in das nolanische oder neapolitanische Gebiet abzusenden, welcher den Schaden, den die Anwohner des Vesuvs durch den Ausbruch an ihren Aeckern und Früchten erlitten hätten, im Einzelnen schätzen solle, damit der König einen Maßstab erhalte, um jedem Beschädigten einen verhältnißmäßigen Erlaß von Abgaben zu bewilligen. Von Zerstörung der Wohnungen ist in dem Briefe gar nicht die

Rede, Aecker und Früchte sind ausdrücklich und allein genannt.

Herr v. Hoff scheint nach diesem Allen die Meinung, daß Herculaneum und Pompeji im Jahre 79 ganz zerstört worden ist, beistehen zu können, so lange für ihre längere Dauer nicht erheblichere Beweise als die so eben angeführten beigebracht werden.

Daß übrigens, wenn auch wirklich die Zeit des völligen Unterganges der beiden Städte nicht genau auszumitteln seyn sollte, doch die Art desselben und der ganzen großen Veränderung der dortigen Gegend einer andern Ursache als den Ausbrüchen des Vesuvs nicht zugeschrieben werden kann, darüber sind alle unbefangenen Beobachter einig. Wir erwähnen daher nur im Vorbeigehen der Meinung, die ein gewisser Lippi, ein Schüler Werners, neuerlich dahin geäußert hat, daß die Veränderung vom Wasser des Meeres und nicht vom Vesuv bewirkt worden sey. Die Beobachtungen aber, auf die Herr Lippi seine neptunische Ansicht gründet, so wie diese selbst, sind bald von mehreren Seiten in ihrer Unhaltbarkeit dargestellt worden.

Die Veränderung in der Gestalt des dortigen Bodens ist, wie wir schon erwähnt haben, eine Erhöhung desselben durch Auffüllung von oben herab, durch die von dem Vulkan ausgeworfenen Materien. Von einer eigentlichen Erhebung des Grundes von innen heraus zeigt sich dabei nichts. Wenn aber die von uns angeführte Wahrnehmung, daß der Boden der Stadt Herculaneum 40 Fuß unter der Meeresfläche liege, so wenig sie auch für sich hat, gegründet seyn sollte, so dürfte man ein in einer solchen Gegend gar wohl denkbares Einsinken des Grundes annehmen, welches vielleicht schon bei dem Erdbeben vom Jahre 63 oder auch bei dem Ausbruche vom Jahre 79 erfolgt seyn könnte. Einige Andeutung von Einsinken scheint uns wenigstens in dem von Seneca (aber von Pompeji) gebrauchten Ausdrucke desedisse zu liegen. Die Wahrnehmung selbst ist uns jedoch sehr verdächtig. Barthelemy drückt sich anders über die Lage von Hercu-

laneum aus; er sagt: „Herculaneum dont l'assies n'était qu'à une élévation très modique du niveau de la mer.“ Also doch über dem Meeresspiegel! Eine Vertiefung von 40 Fuß unter demselben sollte, dünkt uns, bei der Lage der Stadt und bei den daselbst angestellten Nachgrabungen nicht lange zweifelhaft geblieben seyn.

Dem Reisenden, welcher heutiges Tages den Besuv besteigt, wird von den geschwätzigen Ciceronen eine Stelle gezeigt, wo vor beinahe achtzehnhundert Jahren der Famoso Signore Plinio seine Pantoffeln stehen gelassen haben soll, bevor er sich in den brennenden Krater gestürzt. Diese Fabel ist in dem leeren Hirn jener Leute entstanden, die mit ihrer Erzählung die Leichtgläubigkeit des Fremden auf eine zu starke Probe stellen. Plinius der jüngere hat in dem oben berührten, an Tacitus gerichteten Briefe den Tod seines Oheims auf eine Weise gemeldet, die jenes Mährchen nicht im Mindesten rechtfertigt. In diesem Briefe und eben so in einem zweiten, welchen Plinius ebenfalls an Tacitus, dessen Aufforderung gemäß, schrieb, schildert er als Augenzeuge das große Naturereigniß, wodurch die fruchtbaren Gefilde des campanischen Küstenlandes verwüstet wurden.

Mein Oheim, so schreibt Plinius, befand sich zu Misenum (in gerader Linie drei deutsche Meilen von Pompeji entfernt), wo er persönlich den Befehl über die Flotte führte. Am neunten Tage vor den Calenden des Septembers (den 23. August) in der siebenten Stunde (ungefähr 1 Uhr Nachmittags) zeigt ihm meine Mutter an: es sey eine Wolke von ungewöhnlicher Größe und Art sichtbar. Mein Oheim hatte sich gesonnt, ein kaltes Wasserbad genommen, dann liegend gefrühstückt und studirte; er verlangte seine Sandalen und steigt sogleich auf die Anhöhe, von der man die wunderbare Erscheinung am besten sehen konnte. Eine Wolke erhob sich, — aus welchem Berge konnten die Fernstehenden nicht genau wissen, erst später erfuhr man, daß es der Besuv gewesen sey, — deren Aehnlichkeit und Gestalt kein anderer Baum besser als die Pinie wiedergegeben ha-

ben würde. Denn gleichsam zu einem mächtigen Stamme hoch aufgeschossen, breitete sie sich oben in mehrere Zweige aus, weil, wie ich glaube, sie zuerst von einem (unterirdischen) heftigen Windstoß gehoben, dann von dem schwächer werdenden wieder sinken gelassen wurde, oder auch, von ihrem eigenen Gewicht überwunden, sich in die Breite verlor; zuweilen weiß, zuweilen schmutzig und grau, je nachdem sie Erde oder Asche mit sich in die Höhe geführt. Ihn, als einen sehr gelehrten Mann, dünkte es gut, das Ereigniß in der Nähe kennen zu lernen. Er befiehlt, eine Liburnica (leichtes Fahrzeug) in Bereitschaft zu setzen, und fordert mich auf, ihn zu begleiten, worauf ich antworte: ich zöge es vor, zu studiren, und zufällig hatte er mir selbst etwas zum Abschreiben gegeben. Er verließ das Haus und nahm Schreibtafeln mit sich. Die Bewohner von Retina, durch den Vorfall und die drohende Gefahr erschreckt (denn dieser Ort lag an der Küste und keine andere Flucht als zu Schiffe war möglich), baten: er möge sie so großer Noth entreißen. Er änderte nun seinen Plan, und was er aus Wißbegierde unternommen, vollendet er mit dem größten Muthe. Er läßt die Quadriremen (mit vier Ruderreihen versehene große Schiffe) in die See stechen, besteigt ein solches Schiff, um nicht allein den Bewohnern von Retina, sondern auch vielen anderen, denn die Küste war wegen ihrer schönen Lage sehr bewohnt, Beistand zu leisten. Er eilt dahin, von wo die anderen fliehen, und wendet den Lauf des Schiffes und die Steuer der Gefahr gerade entgegen, so furchtlos, daß er alle Bewegungen jenes Unheils, alle Erscheinungen, wie er sie erblickte, niederschreiben ließ und selbst aufzeichnete. Schon fiel Asche auf die Schiffe, je näher heran, desto heißer und dichter; auch Bimsstein und schwarze, vom Feuer gebrannte und geborstene Steine. Schon war eine plötzliche Ebbe eingetreten, und der Einsturz des Berges hatte die Ufer verschüttet. Nach einigem Bedenken, ob er umkehren sollte, ruft er dem Steuermanne, der solches anräth, zu: „dem Muthigen ist das Glück günstig! steuere zu

dem Pompanianus." Von diesem war er durch den Meerbusen geschieden, denn das Meer dringt hier nach und nach in die im Bogen gelegenen Ufer hinein. Dieser hatte, obwohl die Gefahr sich noch nicht näherte, allein, wenn sie Fortschritte machte, sehr nahe kommen mußte, das Gepäck auf die Schiffe gebracht, zur Flucht entschlossen, sobald der widrige Wind sich gelegt haben würde. Mein Oheim, durch denselben für ihn sehr günstigen Wind dahin geführt, umarmt den Zitternden, tröstet, ermahnt ihn, und um die Furcht desselben durch seine Gemüthsruhe zu beschwichtigen, läßt er sich in das Bad bringen. Nachdem er gebadet, legt er sich nieder, speist zu Abend sehr vergnügt, oder, was eben so großartig, doch dem Anscheine nach vergnügt. Unterdessen schlugen aus dem Vesuv an vielen Stellen große Flammen und hohe Feuer hervor, deren Glanz und Helle durch die Finsterniß der Nacht gesteigert wurden.

Nun erzählt Plinius, daß der Hofraum, der zu dem Zimmer führte, wo sein Oheim auf dem Ruhebette lag, mit vulkanischer Asche ꝛc. angefüllt worden sey. Um ihn vor dem Lebendigbegraben zu bewahren, weckt man ihn auf, er kommt heraus und kehrt zu Pompanianus und den anderen, welche die Nacht hindurch gewacht hatten, zurück. Sie pflegen gemeinschaftlich Rath, ob sie unter Dach bleiben, oder ins Freie gehen sollen; denn durch häufige und starke Erdstöße wurden die Gebäude ins Schwanken gebracht und schienen sich bald da, bald dorthin zu neigen. Im Freien fürchtete man das Herabfallen der, wenn gleich leichten und porösen Bimssteine; jedoch bestimmte eine Vergleichung der Fährlichkeiten sie zu dem Letzteren. Bei meinem Oheim wurde die Ueberlegung durch die Ueberlegung, bei jenen die Furcht durch die Furcht besiegt. Sie banden sich Kissen mit Tüchern auf den Kopf, als Schutzmittel gegen den Brand. Schon war es anderwärts Tag; hier war es noch Nacht, schwärzer und dichter, als jemals eine war, welche man jedoch durch Fackeln und andere Erleuchtung zu erhellen suchte. Man fand für gut, an den Strand zu gehen, um zu

sehen, ob das Meer die Fahrt gestatte, welches jedoch noch aufgeregt und entgegen war. Hier, auf einem Teppich gestreckt, forderte mein Oheim mehrmals kaltes Wasser und trank. Hierauf vertreiben Flammen und und der ihnen voran gehende Schwefelqualm die Anderen, ihn nöthigten sie aufzustehen. Auf zwei Knaben gestützt, erhebt er sich, sinkt aber sogleich todt nieder, da ihm, wie ich vermuthe, in dem dichten Dunst der Athem beklommen ward, und sich ihm die Brust, die von Natur schwach, beengt und öfter stöhnend war, schloß. Als es wiederum Tag ward — es war nach dem, den er zuletzt gesehen hatte, der dritte — fand man ihn unversehrt und unbeschädigt, vollständig angekleidet, dem Aussehen nach mehr einem Schlummernden, als einem Entschlafenen ähnlich.

Plinius, der Neffe, war, wie gesagt, in Misenum zurückgeblieben. Die Ereignisse, welche er hier bei der Eruption des Vesuvs erlebte, schildert er in dem zweiten Briefe an Tacitus. Nach der Abreise des Oheims, sagt er, verwendete ich die übrige Zeit aufs Studiren. Viele Tage nach einander war eine Erderschütterung vorausgegangen, von weitem furchtbar, weil nicht allein die Kastelle, sondern sämmtliche Städte Campaniens nicht blos erschüttert, sondern von Grund aus umgestürzt zu werden schienen. Meine Mutter stürzte in mein Schlafzimmer; ich war mit ihr zugleich aufgestanden, um sie zu wecken, im Fall sie noch schlafen würde. Wir setzten uns in den Hofraum des Hauses, welcher durch geringen Zwischenraum das Meer von der Wohnung trennte .... Schon war die erste Stunde nach Sonnenaufgang vorüber, und doch schien der Tag noch zweifelhaft und gleichsam matt, die Furcht aber vor Einsturz war in dem engen, obschon offenen Raume, da Alles schon wankte, groß und unvermeidlich. Endlich fanden wir es für gut, die Stadt zu verlassen. Das erschrockene Volk folgte nach, und was bei der Furchtsamkeit für Klugheit galt, es zog fremden Rath dem eigenen vor und drängt und treibt die Hinausziehenden in ungeheuern Haufen. Draußen errichteten

wir Bedachungen; viel Verwundersames erlebten wir und erlitten große Angst. Die Wagen, welche wir hatten hinausbringen lassen, rollten, obwohl das Feld ganz eben war, nach entgegengesetzten Seiten, und selbst, wenn wir Steine unter die Räder legten, blieben sie nicht fest stehen. Außerdem sahen wir das Meer sich selbst verschlingen und gleichsam von den Stößen der Erde zurückgeschlagen werden. Zuverlässig hatte das Festland zugenommen und hielt eine Menge Seethiere auf dem trocknen Sande zurück. Auf der andern Seite gähnte eine schwarze und gräßliche Wolke, durch das zuckende Herumfahren des Feuerhauches gespalten, weit auf, mit entsetzlichen Flammenzungen Blitzen ähnlich, aber größer . . . Bald darauf ließ sich jene Wolke auf die Erde nieder und verfinsterte das Meer. Sie hatten Caprea umgeben und verhüllte das Vorgebirge von Misenum.

Nun bat, ermahnte, befahl die Mutter, daß ich auf jede Weise fliehen sollte; der Jüngling könnte dieß; sie, die an Jahren und an ihrem Körper schwer zu tragen habe, werde leichter sterben, wenn sie nicht die Ursache meines Todes sey. Ich entgegnete: nur mit ihr zugleich wollte ich mich gerettet wissen. Hierauf fasse ich sie bei der Hand, zwinge sie weiter zu gehen, sie gehorcht ungern und klagt sich an, daß sie mich aufhalte. Schon fällt Asche nieder, jedoch noch sparsam, ich blicke zurück: dichte Finsterniß droht uns im Rücken, welche uns gleich einem Bergstrome folgt. Wir wollen seitwärts ausbiegen, sage ich, so lange wir noch sehen können, damit wir nicht auf der offenen Straße umgestoßen und in der Dunkelheit von der fliehenden Menge zertreten werden. Kaum setzten wir uns hin, so wird es Nacht, nicht etwa nur so, als ob kein Mondenschein wäre oder Nebel fiel, sondern so, wie in verschlossenen Zimmern, wenn das Licht ausgelöscht ist. Man hört das Geheul der Weiber, das Gewimmer der kleinen Kinder, das Geschrei der Männer; die Einen riefen nach den Aeltern, die Andern nach den Kindern, die Dritten nach den Gatten und suchten sich an den Stim-

men zu erkennen. Dieser bejammerte sein eigenes, jener das Unglück der Seinen, es gab welche, die aus Furcht vor dem Tode sich den Tod herbeiwünschten. Viele erhoben die Hände zu den Göttern, andere verkündigten, daß es keine Götter gebe, und dieß die letzte und zugleich ewige Nacht der Welt seyn werde. Auch fehlte es nicht an solchen, die durch ersonnene und erlogene Schrecknisse die wahre Gefahr noch vermehrten. Einige erzählten fälschlich, zu Misenum sey das Eine in Trümmer gestürzt, das Andere brenne, und sie fanden Glauben. Auf kurze Zeit wurde es wieder hell, was uns nicht das Tageslicht, sondern der Vorbote eines nahenden Feuers zu seyn schien. Das Feuer blieb in der Entfernung still stehen, dann ward es wiederum plötzlich Nacht, die Asche fiel in dichter Masse. Wenn wir aufstiegen und sie abschüttelten, wurden wir anderwärts wieder bedeckt und von der Last fast erdrückt. Ich könnte mich rühmen, nicht einen Seufzer, nicht einen nur mäßig starken Ausruf in so großen Gefahren ausgestoßen zu haben, wenn ich es nicht für einen traurigen, aber dennoch großen Trost im Tode gehalten hätte, daß ich mit Allem und Alles mit mir zu Grunde gehen werde. Endlich ging die dünn gewordene Finsterniß gleichsam in Rauch und Nebel über; es wurde wirklich Tag, auch die Sonne brach durch, jedoch gelblich, wie bei einer Sonnenfinsterniß. Dem noch immer zitternden Auge erschien Alles verändert, mit hoher Asche wie mit Schnee bedeckt. Nach Misenum zurückgekehrt, sorgten wir für unsern Körper und brachten eine ungewisse Nacht zwischen Furcht und Hoffnung zu; allein die Furcht herrschte vor, denn die Erdstöße dauerten noch fort, und mehrere Wahnsinnige verspotteten in entsetzlichen Verkündigungen ihr eigenes und fremdes Unglück.

So ist, nach Friedrich Försters Uebersetzung, der authentische Bericht von der furchtbaren Begebenheit, welche Bulwer zum Gegenstand einer classischen Dichtung gewählt hat. Pompeji, sagt der geistreiche Brite, war ein Miniaturbild der Civilisation jenes Jahrhunderts. Innerhalb seines engen Bezirks fand man von

jeder Gabe, welche der Luxus der Macht darbringt, zum wenigsten irgend eine kleine Probe. In den kleinen, aber glänzenden Kaufläden, in den beschränkten Palästen, den Bädern, auf dem Forum, im Theater, im Circus, überall, in der Verfeinerung, wie in dem Laster, in der Tugend, wie in der Verderbniß des Volkes sah man ein Abbild des gesammten Reiches. Pompeji war ein Spielwerk, ein Guckkasten, in welchen es den Göttern gefiel, eine Darstellung des größten Weltreiches im Kleinen sehen zu lassen, es dann in den Schoß der Erde zu bergen und nach einem Jahrtausend der Nachwelt dieß Wunder neu zu offenbaren. Beinahe 17 Jahrhunderte waren vergangen, als die Stadt Pompeji aus ihrer schweigenden Gruft wieder ausgegraben ward, und zwar lebendig, mit unverlöschten Farben, die Wände so frisch, als wären sie erst gestern gemalt worden. Die Mosaikfußböden glänzten hell, auf dem Forum standen noch die halb vollendeten Säulen, wie sie die Hand des Steinmetzen verließ, vor dem Altar fand man den Dreifuß, in ihren Gemächern den Geldkasten, in ihren Bädern die Striegel, in ihren Theatern die Einlaßkarten, in ihren Gesellschaftssälen die Lampen und sonstigen Geräthe, in ihren Speisezimmern die Ueberreste des letzten Gastmahls, in den Putzzimmern der Damen die Riechfläschchen und Schminkbüchsen, und an vielen Orten die Gebeine und Skelette derjenigen, welche einst die Triebfedern jenes kleinlichen, aber dennoch verschwenderischen Lebens in Bewegung setzten.

Ganz ähnlich war der Verlauf der Erscheinungen auch bei allen späteren, einigermaßen bedeutenden Explosionen dieses Berges; als am 15. Juni 1794 einer der heftigsten Ausbrüche stattfand, welche der Vulkan seit den ersten Zeiten gehabt hat (der, welcher Torre del Greco zerstörte), zeigte sich drei Tage vorher in der Nacht ein sehr starkes Erdbeben. Doch wollen wir Herrn Leop. v. Buch in den schon erwähnten geognostiischen Beobachtungen reden lassen.

Unter den vielen Ausbrüchen des Vesuvs sind doch

nur zwei bekannt, denen die Eruption von 1794 an furchtbarer Größe weicht. Durch die erstere von diesen ward das reiche Herculanum und die Seestadt Pompeji zerstört und dem Meere neue Gränzen bestimmt. — Die zweite, im Jahre 1631, stürzte fast unzählbare Feuerströme über die in Menge um den Fuß des Vulkans gelagerten Orte. Alle fruchtbare Pflanzungen wurden gänzlich zerstört, und fast die Hälfte der Einwohner verlor in den Flammen das Leben.

Beide erschienen, als bei den anwohnenden Menschen jede Ueberlieferungsspur von dem im Innern des Berges verborgenen Zerstörungsquell durch die Länge der Zeit fast völlig verwischt war. — Aber in neueren Zeiten hatte der Vulkan fast jährlich neue und große Phänomene gezeigt, und es lebte in der Gegend fast niemand, der nicht die Verwüstungen mehrerer Ausbrüche selbst empfunden oder beobachtet hätte.

Und doch konnte eine zweijährige Ruhe des Berges, in der sein Gipfel auch nicht einmal dampfte, die Einwohner in so große Sorglosigkeit stürzen, daß sie den Vesuv auch dann noch gänzlich vergaßen, als sie am 12. Junius um 11½ Uhr in der Nacht plötzlich ein heftiges Erdbeben aufschreckte.

Der Boden in der ganzen Ebene Campaniens schwankte von Morgen nach Abend wie flüssige Wellen. — Die Neapolitaner stürzten aus den Häusern auf die großen Plätze des Palazzo Reale, del mercato, delle pigne. Sie glaubten im nächsten Augenblick ihre Häuser zu Boden geworfen, und angstvoll erwarteten sie im Freien den Morgen, Calabriens Schicksal befürchtend.

Als ihnen aber die Sonne hell aufging und sie den Vulkan in der gewohnten Ruhe erblickten, glaubten sie den Ruin der südlichen Provinzen des Reichs befürchten zu müssen, und leiteten von dorther die Erscheinung der vorigen Nacht.

Aber — nicht lange währte ihr Irrthum.

Drei Tage darauf, am 15. Junius um 11 Uhr in der Nacht, erbebte die Erde von Neuem. Es war nicht mehr ein wellenförmiges Schwanken wie vorher;

— es war ein unregelmäßiger Stoß, der die Gebäude zerriß, die Fenster klirrend erschütterte und gewaltsam die inneren Geräthschaften durch einander stürzte. Und sogleich erhellten rothe Flammen und leuchtende Dämpfe den Himmel.

Der Vesuv war am Fuße des Kegels geborsten, und von den Dächern der Häuser sahe man aus mehreren Oeffnungen die Lava hoch in parabolischen Bögen hervorspringen. Fortdauernd hörte man einen dumpfen, aber heftigen Lärm, wie den Cataract eines Flusses in eine tiefe Höhle hinab; — unaufhörlich schwankte der Berg, und eine Viertelstunde darauf hörte auch in der Stadt nicht mehr die Erschütterung auf. — Mit solcher Wuth hatte man noch nie die Lava hervorbrechen sehen. — Das reizbare Volk, das sich nicht mehr auf sicherem Boden fand, die Flammen erblickte, und ungehörte schreckliche Töne vernahm, stürzte, von Furcht und Schrecken ergriffen, zu den Füßen der Heiligen in Kapellen und Kirchen, griff nach Kreuzen und Bildern, und durchzog heulend die Straßen in wilder Verwirrung. —

Der Berg achtete ihres Angstgeschreies nicht; es sprangen immer neue Oeffnungen auf, und mit gleichem Lärm und Gewalt stürzte die Lava daraus hervor. Rauch, Flamme und Dampf erhoben sich zu ungeheuren Höhen jenseits der Wolken, und verbreiteten sich dann auf den Seiten in Form einer unermeßlichen Pinie (wie zu Plinius Zeiten).

Nach Mitternacht verlor sich dieses ununterbrochene, fürchterlich dumpfe Getöse; mit ihm die stete Erschütterung und das Schwanken des Berges. Die Lava brach jetzt stoßweise aus den Oeffnungen hervor, aber in schnell hintereinander sich folgenden Stößen mit donnerähnlichem Knall. Die sie so gewaltsam und tobend hervorstoßenden elastischen Mächte schleuderten unzählbare große Felsstücke zu erstaunlicher Höhe hinauf in die Luft, und neue Flammen und schwarze Rauchwolken folgten diesen zertrümmerten Felsen.

Nach und nach folgten die Stöße seltener hinterein-

ander; — aber ihre Kraft verdoppelte sich, und zuletzt schien der ganze Berg nur eine Batterie zu gleicher Zeit abgefeuerter Artilleriestücke zu seyn. — Und während diesem gewaltsamen Donnern, schon nach Mitternacht, sahe man auch die jenseits dem Vulkan liegende Atmosphäre erleuchtet. Die Lava, ungeachtet der Verwüstungen auf dieser Seite des Berges, sprengte auch den jenseitigen Abhang noch tiefer am Kegel herab und weiter vom Gipfel, und stürzte mit Gewalt aus der Oeffnung in eine weite Schlucht, welche schon ältere Laven verwüstet hatten, gegen Mauro hinab. — Sie wüthete in den Waldungen am Ausgange des Thales, verbreitete sich auf der weniger sich neigenden Fläche, fing dann langsamer zu fließen an, und nach drei Tagen erstarrte sie gänzlich, ohne Wohnungen erreichen zu können.

Nicht so die donnernde Lava gegen Neapel. — Sie stürzte mächtig und schnell vom Abhang herab. Jede Explosion aus den Krateren drängte eine neue Masse von Lava herauf, die, sich dem Strom zuwerfend, ihm neue Kraft und Stärke zu geben schien. — Die Hälfte der Einwohner von Resina, Portici, Torre del Greco starrte mit fürchterlich-ängstlicher Erwartung auf jede kleine Bewegung des Feuerstroms, dessen Richtung bald diesen, bald jenen Ort zu bedrohen schien. Die andere Hälfte lag hingeworfen vor den Altären, sich Rettung vor der schrecklichen Lava erflehend. — Plötzlich richtete die ganze Masse ihren Lauf genau auf Resina und Portici zu. — Alles Lebendige in Torre del Greco stürzte in die Kirche, dem Himmel für die geträumte Rettung zu danken; in ihrer unmäßigen Freude vergaßen sie den dann nothwendigen Untergang ihrer Nachbaren. Aber ein tiefer Graben stellt sich dem Lauf der Lava entgegen, sie folgt seiner Richtung — und er öffnet sich auf der Höhe über das unglückliche, sich gerettet glaubende Torre del Greco. — Mit neuer Wuth fällt der Strom den steileren Abhang hinab. Er trennt sich nicht mehr, und mit zweitausend Fuß Breite erreicht

er die blühende Stadt. — Im nächsten Augenblicke suchen 18,000 Menschen Schutz auf dem Meere.

Noch ehe sie das Ufer verlassen, sehen sie über den eingestürzten Dächern der Häuser, aus der Mitte der Lava hervor, sich dicke, schwarze Rauchsäulen erheben, und große Flammen wie Blitze. Paläste und Kirchen stürzen krachend zusammen, und fürchterlich donnert dazwischen der Berg.

Um 11 Uhr in der Nacht brach die Lava aus dem Innern hervor, und schon um 5 Uhr des Morgens war Torre del Greco nicht mehr. — In 6 Stunden hatte die glühende Masse vier italienische Meilen durchlaufen: eine noch nie erhörte Geschwindigkeit in der Geschichte des Berges. — Das große Meer selbst vermochte es kaum, der Lava Gränzen zu setzen. Mächtig wälzte sich der obere Theil, indem der untere im Wasser erstarrte, über den erkalteten weg. Weit umher siedete das Wasser, und gekochte Fische in unzähliger Menge bedeckten die Fläche.

Mitten unter diesen Verwüstungen brach der neue Tag an. Man sahe die aus den Krateren sich hebenden Flammen nicht mehr; — aber auch den Berg nicht mehr. Eine schwarze, festscheinende Wolke lagerte sich um ihn herum, und verbreitete sich nach und nach wie ein finsterer Flor über den Golf und das Meer. — Unaufhörlich fiel in Neapel und in der Gegend ein feiner Aschenregen hinab und bedeckte alle Pflanzen und Bäume, alle Häuser und Straßen. — Die Sonne erhob sich strahlenlos und ohne Glanz, und kaum war die Helle des Tages dem schwachen Lichte der Morgenröthe vergleichbar. Ein unbedeckter lichter Streif am äußersten westlichen Horizont ließ doppelt die Menschen empfinden, wie sie in Finsterniß eingehüllt waren.

Diese fürchterlich-traurige Erscheinung vermochten die Neapolitaner nicht zu ertragen. Alle überfiel eine ängstlich-düstere Schwermuth; in ununterbrochenen Processionen suchten sie den erzürnten Himmel zu besänftigen. Es war nicht mehr das leicht empfängliche Volk, das lärmend mit den Kreuzen die Straßen durchstürzte. Die

vornehmsten Familien Neapels schlossen sich dem feierlich-langsamen Zuge der Processionen an, und folgten seufzend und still in langer Reihe dem Kreuze durch die Finsterniß nach.

Man glaubte alles, was die Asche berührte, mit einem tödtlichen Hauche bedeckt. — Der eingebildete Verlust der reichen Pflanzungen umher setzte die Menge in stumme Verzweiflung, und nur mit Mühe gelang es der Regierung, durch Bekanntmachung der unschädlichen Bestandtheile der Asche diese Furcht zu zerstreuen.

Diese Asche fiel um so stärker und häufiger, je mehr sie dem Berge sich näherte. — Als sie eine Linie hoch die Straßen von Neapel bedeckte, lagen fünf Linien in Portici, neun Linien in Resina und fünfzehn Linien in der Nähe der Lava. In Neapel war es schwarzer, feiner Staub, näher dem Vulkan zu ein dunkler Sand mit erkennbaren Theilen, und auf dem Vesuv waren Rapilli, kleine Steintrümmer, gefallen.

Die Lava selbst bewegte sich noch, aber langsam und nur am äußeren Ende bemerkbar. Eine harte, erstarrte Rinde bedeckte den fließenden Strom, und die Oberfläche dieser glühenden Masse erkaltete so schnell, daß zwölf Stunden nach Zerstörung der Stadt viele ihrer unglücklichen Bewohner es wagten, schnell gegen ihre zerstörten Wohnungen zu eilen, um der Lava das Wenige zu entreißen, was sie noch verschont haben konnte. Ja, man war sogar glücklich genug, auf diesem Wege mehrere Personen zu retten, welche, in einem Kloster verschlossen, die jenseits der Lava geretteten bis dahin vergebens um Hülfe angefleht hatten. — An vielen Orten war die Lava geborsten; aus dem Innern erhob sich ein heftiger, widriger kochsalzgesäuerter Dampf, und man sahe hellleuchtende Flammen zu beiden Seiten der Spalten. — Man hörte ein unaufhörliches entfernt scheinendes Donnern, und schnelle Blitze im schwarzen, vom Berge sich herabwälzenden Regen erhellten die finstere Nacht. — Man sahe, daß diese gewaltige Masse aus dem großen Krater auf dem Gipfel des Berges hervorgewälzt ward. Man sah,

wie sich eine ungeheure, dichte, rundgestaltete Wolke aus dem Innern erhob, wie sie sich aufzublähen schien, je höher sie stieg. Große, zu schwere Felsstücke fielen in fortgesetztem Regen senkrecht von ihren Rändern wieder in den Abgrund hinab. – Eine neue Wolke folgte der erstern schnell mit gleicher Erscheinung, und so unzählige hinter einander bis zu unabsehbaren Höhen. Ein großer, erhabener Anblick! Oft schien der ganze Berg mit einer Krone dieser zu eigenen Systemen geordneten Wolken bedeckt. Die größern Stücke fielen senkrecht hinab, und rollten am Abhang des Kegels herunter; die feinere Asche entführte der Wind und zerstreute sie über das Land. — Wenige Stunden darauf hatte die Asche wieder den ganzen Himmel bedeckt, und Tag und Nacht waren, wie vorher, durch keine Grenzen von einander geschieden.

Man hatte am Tage einige schwache Erschütterungen bemerkt. — In der Nacht um zwei Uhr, am 18., erschreckte ein neuer heftiger Stoß die für kleine Phänomene durch das Furchtbare der vorigen Tage nicht mehr empfänglichen Menschen. Man empfand ihn vorzüglich in Portici, Resina und andern, dem Berge näher gelegenen Orten. — – Und bei dem Anbruch des weniger durch die Asche verhüllten Tages sah man mit Erstaunen, daß der Gipfel des Vulkans eingestürzt war. Statt der vorigen Spitze sah man ihn schief abgestumpft gegen das Meer. — Die unaufhörlichen innern Aschenausbrüche hatten so sehr das Innere des Berges erschöpft, daß er den Gipfel nicht mehr zu unterstützen vermochte. Die ganze Masse fiel im Krater zusammen. — Aber diese imposante Erscheinung beendigte den finstern Aschenregen nicht. Wenn auch in Neapel und Portici und der nahen Gegend umher weniger Asche hinabfiel, als an den vorigen Tagen, und das matte, röthliche Bild der Sonne mehrere Stunden lang sich durch den Staub in der Luft zeigte; so litten dagegen doppelt die Orte ostwärts des Berges. Ein heftiger Westwind führte die aus dem Krater sich heraufhebende Masse von der Meerseite weg, und mit doppelter Wuth stürzte sie auf

Somma, Ottajano, Nola, Caserta herab. — Bis in das Apenninengebirge hinein war tiefe Nacht. Der ganze Vesuv schien sich in Staub herabstürzen zu wollen. Wolkenbrüche vermischten sich in der Luft mit der Asche, und die Masse fiel wie ein zäher Teig über die Gegend. Fest umgab er die zartesten Zweige der Pflanzen und Bäume, und alle Pflanzungen dieses fruchtbaren Strichs erlagen unter der unerträglichen Last. Viele Dächer in den Oertern stürzten zusammen und die Einwohner sahen sich genöthigt, ihr Leben durch schnelle Flucht zu retten. — Auf diese Art fiel einst Herculaneum und Pompeji.

Und wirklich hatte man Ursache, ein noch grausameres Schicksal zu fürchten. Denn während daß der Schlamm und die Asche den 18. und 19. fort in einer für die Helle des Tages undurchdringlichen Dichte sich herabsenkte, stürzten reißende Wasserströme vom jähen Abhang des Berges herab. Mit gränzenloser Gewalt rissen sie Berge von Steinen und Bäumen vor sich hin und bedeckten mit großen Felsmassen die Ebene. — Nur allein in der Nacht vom 20. Junius wälzten sich fünf solcher Ströme vom Berge, und dreimal im Laufe des Tages erneuerte sich diese verwüstende Erscheinung, und das letztemal mit doppelter Stärke und Kraft. Die ganze, den Vesuv umgebende Landschaft ward durch diesen Regen verheert; jede kleine Wolke schien mit Macht gegen die Spitze des Berges gezogen, und kaum hatte sie den Gipfel umgeben, als auch schon die Wasser herunterstürzten, Wälder, Straßen, Brücken zerrissen, und Häuser und Felder zerstörten. — Von allen Seiten lebten die unglücklichen Menschen in beständiger Todesangst, und waren fortdauernd genöthigt, sich zur schnellen Flucht zu bereiten. — Bosco, Somma, Ottajano, Torre del Anunziata verloren auf diese Art zum Theil für unzuberechnende Zeiten die Frucht ihres Fleißes, und die Verwüstungen der Lava in Torre del Greco waren kaum verderblicher und größer, als die der entsetzlichen Wassermenge, die der Vulkan auf das Land hinabstürzte.

Indeß verminderte sich allmählig die Menge der ausgeworfenen Asche. Man sah jetzt mit ihr sich große Dampfwolken aus dem Krater erheben, die in der Luft sich zerstreueten. Doch wurden die Nächte in Neapel noch fortdauernd von der unzähligen Menge glänzender Blitze erleuchtet, die sich aus der Aschenwolke unaufhörlich herabstürzten. Ein starker, aber nicht rollender Donner begleitete sie, und daher das noch mehrtägige fortgesetzte Getöse vom Berge.

Am 24. und noch mehr am 26. fiel wieder mehrere Asche auf die Seite gegen Neapel; aber als sie die Einwohner erblickten, erhoben sie ein Freudengeschrei; denn sie war nicht mehr dunkelgrau oder schwarz, wie bisher, sondern hellgrau und zuletzt beinahe ganz weiß. Die Erfahrung aller Eruptionen hatte gelehrt, daß dieß der letzte Bodensatz im gährenden Innern des Berges sey, und daß mit ihm die ganze Eruption gewöhnlich sich endige. — Und man betrog sich auch dießmal nicht. Von nun an rauchte der Vesuv fast nur allein. Asche fiel nur noch an einigen Tagen, und seit dem 8. Julius kehrte Heiterkeit in das glückliche Klima Neapels zurück. Schon erhob sich wieder Torre del Greco durch den rastlosen Fleiß der zurückgekehrten Einwohner. Tausende waren auf den Feldern zerstreut, die Blätter und Zweige der Bäume und Reben von der alles bedeckenden Asche zu säubern. — In Neapel strömten auf das Neue die Menschen den wieder geöffneten Schauspielen zu, und wie vorher versammelten die Späße des Polichinells die geschäftlose Menge an den Ecken der Straßen.

Bei allen solchen Erschütterungen, welche größeren Explosionen vorhergingen, konnte man übrigens sehr gut wahrnehmen, daß der feuerspeiende Berg wirklich ihren Mittelpunkt bildete; sie wirkten immer nach allen Seiten gleichartig, wo nicht die Beschaffenheit des Bodens, das Aufsteigen der benachbarten Apenninenkette Hindernisse in den Weg legte, und ihre Stärke nahm regelmäßig ab mit der Entfernung von der bewegenden Ursache. So empfanden um den Vesuv Nocera, Salerno,

Capua, Benevent niemals so verderbliche Stöße, als Neapel oder gar Portici oder Torre del Greco. An den erstgenannten Orten waren die Erschütterungen nur aufschreckend. Wie entschieden aber sie durch Fortpflanzung vom Vesuv aus erzeugt wurden, das sah man während des Ausbruches von 1794 sehr deutlich zu Neapel; denn als am Vesuv sich die zuerst aus der durchbrochenen Oeffnung hervortretende Lava mit heftigem Getöse an dem Abhange des Berges herabwälzte, zitterten in Neapel alle Gebäude, die Fenster klirrten, die Thüren sprangen auf und die Glocken hörten nicht auf, fortwährend von selbst anzuschlagen. Hier war also die Gewalt der aus dem Berge entweichenden Materie es allein, welche den Boden ringsumher erbeben machte.

Aehnlich, wie wir dieß am Vesuv bemerkten, hat auch jeder andere Vulkan seinen Erschütterungskreis, welchen er als Vorbote seiner Ausbrüche in Schwankungen zu versetzen pflegt, und nur hin und wieder kennt man Ausnahmen, bei welchen dieser Vorbote ganz oder fast ganz fehlt. Doch es gibt auch noch andere Kennzeichen, welche, nach allgemeinem Glauben, das Herannahen solcher Ereignisse verkünden, wenn gleich sie minder regelmäßig und ausgezeichnet hervortreten.

Hieher gehört das so oft erwähnte Zurücktreten des Meeres und eine damit verbundene innere Aufregung desselben, welches wir u. a. ganz besonders häufig, mehr oder minder schnell und stark eintretend, bei den Explosionen des Vesuvs erwähnt finden. Schon Plinius beschreibt dieses Phänomen sehr malerisch bei dem Ausbruche des Vesuvs vom Jahre 79 n. Chr. G. mit folgenden Worten:

„Mare in se resorberi et tremore terrae quasi repelli videbamus. Certe processerat litus, multaque animalia siccis arenis detinebat.“

Später bemerkte das Gleiche Hamilton 1775; das Meer bäumte sich dabei, als ob es durch heftige Stürme bewegt wäre, und sein Zurücktreten von der Küste erfolgte so schnell, daß man hätte glauben sollen, es sey von Klüften am Fuße des Berges, welche mit den

Höhlen in seinem Innern in Verbindung ständen, verschluckt worden. L. v. Buch bemerkt u. a., daß, als im August 1804 der Vesuv einen starken Ausbruch machte, die Fischer in der Gegend von Torre del Greco schon am 31. Juli bemerkten, daß das Meer sich von den Küsten entfernte, und vor den Ausbrüchen, welche im December 1813 am Vesuv stattfanden, bemerkte Monticelli, daß schon im Monat Mai und später im Junius sich einigemale das Meer mit großer Schnelligkeit 15 bis 20 Schritt von dem Ufer entfernte, während es seit geraumer Zeit dort vorher allmählig gestiegen war.

Daß diese Schwankungen des Meeres nur Folge der den Eruptionen vorhergehenden Erzitterungen des Bodens seyen, ist in hohem Grade wahrscheinlich, auch vertheidigten diese Ansicht zwei der aufmerksamsten Beobachter des Vesuvs, nämlich Breislack und L. v. Buch, und namentlich verglich der Letztere das Zurücktreten des Meeres mit den ähnlichen Erscheinungen, welche während des Erdbebens von Calabrien zu Scylla, oder im Tajo zu Lissabon stattfanden. Auch der ältere Beschreiber des Vesuvs, della Torre, ist dieser Meinung, indem er das Meer in diesen Fällen sehr passend mit dem Wasser in einer bewegten Schüssel verglich. Nichtsdestoweniger ist häufig und von nicht unbedeutenden Naturforschern, wie Spallanzani und de Luc, die Ansicht aufgestellt worden, daß dieses Phänomen ein ganz offenbarer Beweis von dem Zusammenhange des vulkanischen Herdes mit dem Meere sey; denn man meint, daß der Berg kurz vor Ausbrüchen das Meerwasser mit Heftigkeit einsauge. Wiewohl dieß nun zwar wohl seyn kann, so ist es nicht wahrscheinlich, daß eine solche, auch noch so bedeutende Einsaugung das Niveau des Meeres nur im Geringsten merklich verändern würde, denn die Wassermasse ist zu groß gegen den unbedeutenden Kegel des Vulkanes, und wenn auch die ganze Basis desselben eine Höhle wäre. Schwankungen aber, wie die vorerwähnten, könnten nur stattfinden, wenn plötzlich weite Oeffnungen

von Höhlen einstürzten, doch dafür spricht keine einzige bekannte Thatsache. Ein ganz allmähliges und dauerndes Zurückziehen des Meeres endlich, wie man es bemerkt haben will, kann ganz füglich, wie auch L. v. Buch schon erwähnt, die Folge von Erhebung oder allmähliger Auftreibung des Bodens durch die auf sein Inneres einwirkenden elastischen Mächte seyn.

Denn daß schon lange vor dem Ausbruche heftiger Explosionen leise Bewegungen in den innersten Eingeweiden des Vulkanes vorfallen, ist nicht nur an sich durch die Vorbereitungen zu einem so großartigen Thätigkeitsproceß äußerst wahrscheinlich, sondern es sprechen dafür noch andere Erscheinungen. Namentlich gehört hieher wohl das so oft erwähnte Sinken, Verschwächen und zuweilen wohl gänzliche Versiegen der Quellen, auf welches man namentlich, als auf ein sicheres Zeichen bevorstehender Eruptionen, am Vesuv großen Werth legt. Monticelli hat in neuesten Zeiten ganz besonders wieder auf dasselbe aufmerksam gemacht, und nennt es ein sehr häufiges und sicheres Vorzeichen. In der That wird es zugleich auch durch eine große Zahl von Angaben bestätigt.

So bemerkt es unter andern der Duca della Torre 1804, zwölf Tage vor dem oft erwähnten Ausbruche. Monticelli selbst sah das Sinken der Quellen sehr regelmäßig im Jahre 1830 vor sich gehen; schon im Monat Mai änderte sich auffallend der Stand der Brunnen zu Torre del Greco und Resina, und am letztern Orte waren die Quellen um 15 Palmen (etwa 10 Fuß) gesunken, ohnerachtet oft heftige Regengüsse gefallen waren. Das Abnehmen dauerte langsam fort bis zum October, und von da ab stiegen die Quellen sogar wieder ein klein wenig, die Haupteruption aber erfolgte erst im December. Auch in den Jahren 1821 bis 1822, bei der letzten großen Eruption des Vesuvs, sind analoge Erscheinungen von Monticelli und Corelli bemerkt worden. Es hatte am Ende des Jahres 1821 sehr stark geregnet, und dennoch nahmen die Quellen zu Resina am Anfange des Januar 1822

fortwährend ab; man schloß schon damals auf die Nähe eines bedeutenden Ausbruches, und wirklich begannen am 7. Januar ansehnliche Bewegungen im Berge. Auch auf Sicilien sind ähnliche Erscheinungen 23 Tage vor dem großen Erdbeben in Calabrien bemerkt worden. Gleiches bemerkt A. v. Humboldt vom Pic von Teneriffa. Wir wissen es von den Vulkanen auf Island, namentlich von dem furchtbaren Ausbruche des Scaptar Jökul 1783. Mit Sicherheit diese Erscheinungen erklären zu wollen, hat wohl einige Schwierigkeiten; es schien mir auf den ersten Blick, als könne sie wohl eine Folge von der durch das Rütteln an den Abhängen des Berges bewirkten Erweiterungen und sonstigen Veränderung in den Verbindungen der Klüfte seyn, durch welche die Quellen hervortreten; indeß scheint die große Regelmäßigkeit und Dauer des Phänomens dieser Ansicht nicht günstig. Es ist daher durchaus nicht unwahrscheinlich, daß, wie Monticelli glaubt, dieses Sinken der Quellen wirklich ein anhaltender Einsaugungsproceß sey, welchen die im Innern des Berges befindlichen Höhlen bewirken. Wenn nämlich die Thätigkeit des Vulkans sich innerlich zu vermehren anfängt, so muß nothwendig die Temperatur sich erhöhen und die in den Höhlen befindliche Luft durch Erwärmung verdünnt werden.

Auf ein anderes Vorzeichen herannahender Eruptionen hat L. v. Buch aufmerksam gemacht, nämlich auf die verminderte Tiefe des Kraters. In einer sehr anziehenden Schilderung von den Zuständen desselben zu verschiedenen Zeiten am Vesuv hat er es auf eine sehr befriedigende Weise erwiesen, daß unmittelbar nach bedeutenderen Ausbrüchen der Krater sich durch eine ansehnliche Tiefe seines Bodens unter den Rändern auszeichnete. Es ist dieß auch den Umständen gemäß, da nach solchen Ereignissen die Gewalt der aus dem Krater hervorbrechenden Dampfmassen die in ihm aufgehäuften Materialien herausgeworfen hat, und da die zuletzt emporgehobene Lavamasse, welche nicht mehr ausgetrieben werden kann, sich zurücksinkend in den Höhlen

im Innersten des Berges verliert. Nachdem dieser Zustand eine Zeitlang gedauert hat, beginnt wohl der Boden des Kraters durch den herabrollenden Schutt seiner zusammensinkenden Wände sich anzufüllen, und ein lockeres, tönendes Gerölle schüttet sich über dem Abgrunde; so bildet sich dann eine von sanften Abhängen umgebene, vertiefte Ebene, und eine solche Beschaffenheit hatte der Vesuvkrater u. a., den Beschreibungen zufolge, im Anfange des 17. Jahrhunderts, da er schon mehr als ein Jahrhundert geruht hatte; damals war der Boden desselben mit Holz bewachsen, und die Anwohner besuchten sein Inneres auf Fußwegen mit Eseln, um Buschwerk zu holen, bis die heftige Explosion von 1631 diesem Zustande ein Ende machte. So sind auch die Kratere aller erloschenen Vulkane gestaltet. Sobald aber Explosionen sich vorbereiten, muß dieß Verhältniß zerstört werden. Die aus dem Innern empordrängenden Kräfte werden den Boden des Kraters zerreißen, ihn in die Höhe treiben, und je näher er dann sich zu seinen vormaligen Rändern emporhebt, desto näher wird die bevorstehende Eruption seyn. So sind die Vorstellungen L. v. Buch's, welcher den Grundsatz ausspricht:

„es werde die Entfernung des Bodens im Krater „von seinem Rande das Maß seyn, um die Wahr„scheinlichkeit der Nähe einer Eruption zu be„stimmen."

In vielen Fällen jedoch, nachdem der Krater geleert ist, beginnt er nach einiger Zeit wieder, sich an seinem Boden durch das Hervortreiben neuer Lava- und Steinmassen allmählig auszufüllen. Es bildet sich in der Mitte seines Abgrundes ein Schlackenkegel; an der Basis desselben tritt Lava aus und ergießt sich im Innern, den Boden immer mehr und mehr ausfüllend. So überdeckt immer neue Lavaergießung, ein neuer Schlackenauswurf den andern, bis die Höhlung endlich ganz ausgefüllt wird. Der sich auf dem neuen Lavaboden erhebende Schlackenkegel ragt zuerst über die alten Kraterränder hervor, der neue Lavaboden selbst, wenn er

die niedrigsten Stellen dieser Ränder erreicht hat, bildet von denselben aus eine gleichförmige Ebene, ja er erhebt sich wohl selbst in Gewölbform. Bei stärkeren Ergießungen fließt die Lava über und an den äußeren Abhängen des Berges herab, so lange, bis eine heftige Explosion allen im Innern befindlichen Widerstand überwindet, die ganze, im Krater seit Jahren angehäufte Lavamasse herauswirft, und nachher wieder die Erneuerung des alten Spieles der Wiederausfüllung veranlaßt.

Dieß ist im Wesentlichen ganz insbesondere die Geschichte des Vesuvkraters in den letzten zehn Jahren gewesen, und besonders hat der verewigte Hoffmann einen Theil derselben durch eigne Erfahrung kennen zu lernen Gelegenheit gehabt. Als nämlich der Vesuv im Jahre 1822 seine letzte große Explosion hatte, ward sein Krater in eine große, leere Höhlung verwandelt. Babbage, welcher damals seine Tiefe maß, fand dieselbe 880 Pariser Fuß unter dem höchsten Punkte und 430,6 Fuß unter dem niedrigsten seines Randes. So blieb das Verhältniß bis zum März 1827, da begann es wieder auf dem Boden der leeren Höhle sich zu regen; es entstand eine Oeffnung, die fortwährend Schlacken auswarf; um sie her ward ein Kegel gebildet, und es begannen im Jahre 1828 zuerst Lavaergießungen im Innern des Kessels. Diese dauerten fort und erhöhten sichtbar den Boden desselben, so daß Hoffmann im August 1830 die gemessene größte Tiefe unter dem Rande nur noch zu 600 Fuß, die kleinste zu 150 Fuß, d. h. um etwa 280 Fuß vermindert fand. Dieß Verhältniß der Ausfüllung einer im oberen Durchmesser nahe an 1800 Fuß betragenden Höhlung dauerte fort bis zum September 1831. Da begann der kleine Schlackenkegel über die Ränder des alten Kraters sich zu heben und von Neapel aus sichtbar zu werden. Bald darauf floß auch die Lava über die Ränder, und bildete an den Abhängen des Berges ausgezeichnete Ströme, die bald aufhörten und bald wieder sichtbar wurden, und dieß war im Wesentlichen der Zustand des Berges bis zum August des Jahres 1834, wo nach heftigen Erschütte-

rungen der obere Theil desselben eine ganz veränderte Gestalt erhielt. Der oberste kleine Kegel des Berges, welcher im Jahre 1828 emporstieg, sank unter fürchterlichem Getöse ein, und an dessen Stelle bildeten sich zwei Schlünde von unabsehbarer Tiefe, die nur durch einen schmalen Damm getrennt wurden.

So ist nach Hamilton's Darstellung auch der Zustand des Kraters vor dem großen Ausbruche von 1794 gewesen; schon 1766 bildete das Innere des Kraters eine Ebene am Gipfel, die erst 1794 ganz verschwand. Aehnlich auch war es vor dem Jahre 1822, nach der Eruption von 1810, und ganz analoge, nur nicht so vollständige Darstellungen ergeben sich aus der Geschichte des Aetnakraters nach Ricupero und später nach Scrope.

Während in den Umgebungen des Vulkanes die eben erwähnten Erscheinungen größerer Aufregung im Innern sich zeigen, sehen wir auch bald an ihm selbst nun die Zeichen gesteigerter Thätigkeit auf dem Herde seiner Wirkungen auftreten. Immer mehr und mehr wird die Rauchsäule verstärkt, die aus den Fumarolen des Kraters zusammenfloß. Der Boden desselben erhält immer stärkere und zahlreichere Risse, und mit den gewaltsam daraus hervorbrechenden Dampfwolken sieht man unzusammenhängende Massen fester Substanzen herauswerfen. Das Austreiben derselben geschieht stoßweise. Glühende Steinklumpen von verschiedener Größe und Gewicht werden mit prasselndem Geräusch oft in Absätzen von wenigen Sekunden wiederholt in die Höhe geschleudert, und senkrecht austretend, zertheilen sie sich garbenförmig in der Luft, wie Raketenbüschel; nur theilweise in den Krater zurückfallend, rollen die andern mit Gepolter an den Abhängen des Berges hinunter.

Fortwährend hört man dabei im Innern des Berges ein heftiges Krachen; ein brausendes Geräusch wird von einzelnen Detonationen wie von Kanonenschlägen unterbrochen, welche den Explosionen entzündlicher Gasarten gleichen, und die Häufigkeit und Stärke der Stein-

würfe, wie die Heftigkeit, mit welcher sich die Rauch-wolken aus dem Innern des Berges hervorwälzen, nimmt fortwährend, oft mit reißender Schnelligkeit zu. Der Dampf, welcher mit ihnen aufsteigt, hat nun bald die beim ruhigen Zustande des Berges gewöhnliche, weißlich graue Farbe nicht mehr, er wird schwarz von dem Staube, welchen er mit sich heraufreißt, und vielleicht auch von brennlichen Stoffen (Erdöldämpfen). Die Steine, welche der Hauptmasse nach glühend herausgeschleudert werden, bilden in der dunkelfarbigen Wolke feurige Strahlenbüschel, die niederfallend auf dem Boden wie ein Feuerregen mit unzähligen Funken zerplatzen. Der Wiederschein der glühend-flüssigen Lava aus dem Innern des Kraters wirft durch die erweiterten Oeffnungen bald sein Licht in die Wolke, und er gibt ihr zur Nachtzeit, nach Hamilton's trefflichem Gleichnisse, das furchtbar-schöne Ansehen einer Gewitterwolke im Abendroth. Lernen wir indeß jetzt zunächst nur die Stoffe näher kennen, welche bei dieser Veranlassung von den Vulkanen herausgetrieben werden.

Bei weitem der größte Theil der Auswürflinge besteht aus Schlacken oder aus losgerissenen Massen der flüssigen Lava, die schon im Innern des Berges aufsiedet und auf deren Bewegungen wir später zurückkommen werden; sie werden häufig völlig geschmolzen (glühend-flüssig) in die Höhe geworfen, und sie ballen sich in der Luft dann zu mehr oder minder kugelähnlichen Gestalten, die beim Fallen am untern Ende verrundet, am obern aber langgezogen die birnförmige Tropfengestalt annehmen. Man nennt sie am Vesuv gewöhnlich vulkanische Bomben oder Thränen. Sie sind beim Niederfallen sehr oft noch so weich, daß sie sich platt drücken oder Eindrücke von der Bodenfläche annehmen, ja es ist ganz bekannt, daß man Münzen und allerlei Gegenstände in sie eindrückt und an die Reisenden verkauft. Nach dem Erkalten sieht man oft, daß sie eine koncentrisch-schaalige Struktur haben, und dieß hat sein Interesse wegen der Analogie mit manchen eben so gebildeten Dioriten und Basalten,

welche mit der Benennung von Kugeltrappen belegt werden. Die Größe dieser Bomben ist gewöhnlich gering, und zwar besonders je regelmäßiger sie gebildet erscheinen, meist nußgroß bis faustgroß, doch zuweilen haben sie am Vesuv schon über einen Fuß im Durchmesser und mögen 50 bis 60 Pfund wiegen; sie fliegen dann mit einem pfeifenden Geräusch an dem Beobachter vorüber und zerspringen häufig beim Niederfallen mit Heftigkeit, wenn sie in der Luft bereits hinlänglich erkaltet waren. Bei meiner ersten Besteigung des Aetna fand ich in bedeutender Entfernung von dem Krater einen sehr schön symmetrisch gestalteten Tropfen von reichlich 6 Fuß Länge beim Aufprallen in mehrere Stücke zerschlagen.

Sind diese ausgeworfenen Schlacken übrigens nicht mehr so flüssig, daß sie frei in der Luft schwebend zur Tropfenform gelangen, sondern nur noch zähe und etwas weich durch die Hitze, so werden sie durch den Widerstand der Luft und durch die Dämpfe, welche aus ihnen selbst beim Erkalten entweichen, nur aufgebläht und verzerrt, und indem sie noch durch die Luft fliegen, zerreißen und verschieben sie sich und nehmen allerlei wunderliche, verzerrte Figuren an. Sie sehen of aus wie gedrehte Taue, Baumstämme, Eiszapfen, und in diesen Formen sieht man sie häufig auf der Oberfläche der Vulkane umherfliegen.

Diejenigen Schlackenstücke, welche verhärtet in den Krater wieder zurückfallen, werden wohl oft, noch ehe sie den Boden erreichen, von den ihnen entgegenkommenden Stößen hervorschießender Schlackenmassen auf's Neue wieder in die Höhe gerissen. Hin- und hergestoßen müssen sie sich an einander abreiben, zerbrechen und zu kleinen, eckigen Schlackenstücken zerspringen, welche die Vulkane in diesem Zustande in ungeheurer Menge auswerfen, und die man nach einer in der Gegend von Neapel üblichen Benennung mit dem auch in der Wissenschaft eingeführten Namen Lapilli oder Rapilli zu belegen pflegt. Aus diesem gröblich zerkleinerten Zustande in den einer staubartigen

Zermalmung übergehend, erzeugt sich der Sand oder die sogenannte Asche, deren so häufig bei Eruptionen Erwähnung geschieht, und von welcher in der That dieß der wahre Begriff ist.

Man pflegt gewöhnlich bei den Vulkanen den Sand von der Asche zu unterscheiden, und begreift unter dem ersteren Namen dann eine Anhäufung von schwereren schwarzen, glänzenden Körnern, welche aus Brocken (Bruchstücken) von kleinen Krystallen basaltischer Laven (besonders aus Magneteisen, Augit, Olivin) bestehen. Die Asche dagegen ist aus kaum noch erkennbaren, feinen Stäubchen zusammengesetzt, und ihrer feineren Zertheilung wegen stets von lichteren, weißen, röthlichen und braungrauen Farben, und sie gleicht äußerlich in der That der Holzasche; sie besteht indeß, wie die mikroskopischen Untersuchungen von Cordier lehren, aus den auf's Feinste zerkleinerten Theilchen der Lava. Da sich übrigens diese Asche bei Eruptionen in so unermeßlicher Menge einstellt, daß sie mehrere Tage lang ununterbrochen aus dem Krater hervorschießt und die Atmosphäre in den Umgebungen weithin zu verdunkeln im Stande ist, so hat man mit Recht wohl gezweifelt, ob alle Asche durch die Zerkleinerung beim Abreiben der Auswürflinge erzeugt werde. Menard de la Groye, welcher diesen Gegenstand genauer untersuchte, hat zuerst die sehr wahrscheinliche Meinung vorgetragen, diese Asche entstehe dadurch, daß eine in flüssiger Form befindliche Lava plötzlich von einer lebhaften Gas- oder Dampfentwicklung überfallen werde, welche sie in Schaum zerstiebend herausspritzt; auch Breislack hält diese Ansicht für sehr wahrscheinlich, und L. v. Buch deutet gleichfalls auf die verkleinernde Wirkung der Dämpfe im Innern, indem er sagt:

„Die Asche fällt unaufhörlich zu Boden, an Zart„heit dem feinsten Mehle vergleichbar, in Meilen„entfernung. So sehr hat die Kraft, welche den „innern Kern des Vesuvs aus dem Krater her„vorschleudert, ihn an einander zu reiben und zu „zermalmen gewußt.“

Ein in die Augen fallendes Beispiel solcher vulkanischen Schaummasse ist unstreitig der Bimsstein, dessen Innerstes ganz von feinen Bläschen durchdrungen wird, und welcher daher zu so endloser, inniger Zerkleinerung den vollkommensten Uebergang bildet.

Außer diesen ganz eignen Produkten des Vulkanes, welche die Hauptmasse der von ihm lose ausgeworfenen Substanzen bilden, gibt es noch eine andere Art von Auswürflingen, welche bei dieser Gelegenheit an die Oberfläche heraufgerissen werden. Sie bestehen nämlich aus Bruchstücken der Umgebungen des vulkanischen Herdes und der durchbrochenen Gebirgsarten, durch welche der so immer mehr sich erweiternde Schlot des Vulkanes führt. Diese Art von Produkten sind vorzugsweise in den älteren oder Anfangsperioden der Wirksamkeit der Vulkane häufig gewesen, und wir finden sie daher in den tiefern Schichten liegen, welche die Schluchten an den Abhängen entblößen. Später müssen sich die Zuführungsgänge aller alten Vulkane bereits hinlänglich erweitert und mit erkalteten Lavamassen an ihren Wänden bekleidet haben, so daß die durchstoßenden Dampfmassen nur noch selten etwas der Vulkanbildung Fremdartiges mit sich herauszureißen vermögen. Diese Auswürflinge bestehen vorherrschend aus Bruchstücken der Gebirgsarten, welche in den Umgebungen der Vulkane die herrschende Formation bilden; so sind es auf dem Plateau von Südfrankreich, in der Kette der Puy's, Granitbrocken, welche in den aufgeschütteten Conglomeraten der Kegel gefunden werden, aus denen die Lavaströme geflossen sind; mit ihnen erscheinen häufig Stücke von Gneis und Glimmerschiefer, und bei einigen der Vulkane in dem Bezirke der Limagne, welche auf Kalksteinschichten ruhen, finden sich auch diese entschieden unter den Bruchstücken. — In den vulkanischen Gegenden der Eifel zeigen sich eine Menge eigenthümlicher, alter Ausbruchsöffnungen, in deren Umgebungen, mit Schlacken und vulkanischem Sande gemengt, aufgeschüttete, ringförmige Wälle von meist noch sehr kenntlichen Schiefergebirgsbrocken

auftreten, und es liegen dann auch diese Durchbohrungen auf der weit ausgedehnten Fläche des niederrheinischen Schiefergebirges.

Merkwürdiger ist indessen der Fall, wenn sich die Spuren von tief unterliegenden Gebirgsarten, welche an der Oberfläche nirgend zum Vorschein kommen, unter den Auswürflingen der Vulkane finden; diese sind dann nicht leicht unversehrt, und oft noch besonders merkwürdig durch die Art der Veränderung, welche sie durch Umschmelzen und Wiederkrystallisiren, durch Eindringen fremder Substanzen bei der Schmelzung erlitten haben.

Keiner unter den bekannten Vulkanen mag wohl in dieser Beziehung mehr Aufmerksamkeit verdienen, als der so wohl erforschte Vesuv. Isolirt aus einer sehr niedrigen Ebene emporsteigend, bildete derselbe muthmaßlich einst eine frei aus dem Meere hervorragende Insel, welche sich wahrscheinlich erst durch die Produkte ihrer Aufschüttung mit dem benachbarten Festlande verbunden hat. Ihr gegenüber erhebt sich die hohe Bergreihe der Apenninen, welche aus einer mächtigen Bildung von verhältnißmäßig sehr jungen Kalksteinen und Sandsteinen besteht, unter welcher nur an der Süd- und der Nordspitze Italiens, also in weiter Entfernung von Neapel, der ältere Granit und feldspathreiche Gesteine hervortreten. Alle diese Gesteine müssen daher unmittelbar unter dem Vesuv in sehr ansehnlicher Tiefe unter der Decke des alten Meeresgrundes verborgen liegen, und nichtsdestoweniger bieten die in den Schluchten des Monte Somma entblößten, locker aufgeschütteten Conglomerate eine Menge von Fragmenten zu diesen Bildungen gehöriger Substanzen dar. Hin und wieder sieht man unter denselben Bruchstücke eines mit sehr neuen (noch lebenden) Arten von Seethieren erfüllten, verhärteten Mergels, und diese tragen, als von der obersten Decke genommen, kaum Spuren einer Veränderung durch den Einfluß des vulkanischen Feuers an sich. Ungleich häufiger indeß finden sich hier Kalksteinblöcke, oft von mehreren Fußen im Durch-

messer, und zuweilen noch ganz vollkommen von derselben Beschaffenheit, wie der Kalkstein in der Apenninenkette gefunden wird. Doch herrschend zeigt sichs, daß sie mehr oder minder vollkommen geschmolzen wurden, und dann haben sie sich ganz oder theilweise in eine ausgezeichnete Masse grobkörnigen, krystallinischen und schneeweißen Marmors verwandelt, welcher dem parischen und carrarischen an Schönheit und Vollendung nicht nachsteht. Diese Thatsache ist gewiß ungemein merkwürdig, und sie erweist sich durch Untersuchungen an Ort und Stelle auf's Vollständigste. Denn oft sind in solchen Fällen dem Marmor einzeine Lavastücke oder Bimssteine, oder Brocken von feldspathreichen Gebirgsarten eingeschmolzen, mit allen Zeichen einer gleichzeitigen Erkaltung, und das Innere dieser Kalkblöcke enthält bekanntlich Drusen schön krystallisirter Fossilien (wie Nephelin, Mejonit, Augit, Vesuvian, Leucit, Hauyn), welche unter unzähligen andern Umständen ein ganz deutliches Produkt der Vulkane sind.

Außer diesen Kalksteinen kommen ferner noch in unzähliger Menge hier Blöcke von feldspathreichem Granit, Gneis, Syenit vor; sie sind häufig noch in die Schlackenkruste neuerer Lava eingehüllt, und zeigen sich immer von den mit ihnen verglichenen Gebirgsarten abweichend, da sie deutlich eine Schmelzung und Umarbeitung erlitten haben; das Herrschen des Feldspathes aber ist in ihnen in der That um so merkwürdiger, als die Produkte des neuen Vesuvkegels keine Spur von dem Vorkommen des Feldspathes, weder in Laven noch in Schlackenconglomeraten aufweisen. Die mannigfachen Bedingungen und das Zusammentreffen heterogener Substanzen übrigens, unter welchen die Umschmelzung dieser Auswürflinge vor sich ging, hat in den Umgebungen des Vesuvs eine so außerordentliche Menge von Kombinationen oder Mineralspecies hervorgebracht, wie wir deren kaum an irgend einem andern Orte der Erde finden. So sind die Schluchten des Monte Somma denn, und unter ihnen besonders die zugängliche Fossa grande, berühmte Fundgruben für die Mineralogen ge-

worden, und wir haben in der Litologia Vesuviana von Monticelli und Covelli, 1825, ein beschreibendes Verzeichniß von nicht weniger als 82 Mineralspecies (beinahe der vierte Theil aller bekannten Mineralspecies) erhalten, welche bis jetzt dort gefunden wurden, während in jedem Jahre fast noch neue hinzukommen.

Das Studium dieser Gebirgsmassen hätte in früherer Zeit die Naturforscher schon längst darauf hinleiten sollen, daß die Vulkane keine bloßen Oberflächenerscheinungen sind, sondern ihren Sitz unter dem bisher sogenannten feldspathreichen Urgebirge haben müssen; jetzt aber ist ihr Studium insbesondere dem Chemiker merkwürdig, welchem ihr Vorkommen und die Art ihrer Verbindung Aufschluß über die Entstehungsweise so mancher Mineralspecies geben kann, welche künstlich darzustellen uns bisher nicht hat gelingen wollen. — Uebrigens verdient noch bemerkt zu werden, daß, wenn gleich die hier eben erwähnten Substanzen sich auch fast nur unter den ältesten Auswürflingen des Vesuvs, am Monte Somma finden, der heutige Vulkan nichtsdestoweniger doch hin und wieder noch ähnliche Erzeugnisse auswirft. So sah Breislack einen Marmorblock an dem Rande der Eruptions-Oeffnung von 1794 liegen, und 1822 sind dergleichen Brocken häufig unter den Auswürflingen gefunden worden. Ein krystallinisches, granitähnliches, feldspathreiches Gestein fand L. v. Buch ebenfalls bei der Bocca von 1794; ich selbst habe sie an den Abhängen und auf den Kraterrändern des neuen Vesuvkegels gefunden, und eben so jene Gemenge von grünem Glimmer und Vesuvian, welche am Somma so häufig sind. Außerdem sieht man dort jetzt nur eine große Menge von Bruchstücken älterer, kompakter Lava, welche bei neueren Eruptionen fest und unverändert herausgeschleudert wurden; sehr oft liegen dieselben in Blöcken von mehreren (5 bis 10) Fuß Durchmesser umher, und werden dann von einer frisch glasigen Schlackenkruste umhüllt, welche sich leicht von ihnen ablöst. Ganz eben so ist es im Allgemeinen auch

an den Abhängen von dem Ausbruchskegel des Aetna; doch führt auch dieser Brocken von granit- und syenitähnlichen Gebirgsarten unter seinen älteren Conglomeraten, und Gemellaro will sogar an ihm ein deutliches Granitstück mit eingesprengtem Zinnsteine gefunden haben, wie er sonst nur in unsern alten Gebirgen und in ganz Sicilien meines Wissens nirgends vorkommt. — Auch in den Umgebungen des Laacher Sees in der Eifel finden sich deutlich ausgeworfene Feldspathgesteine, welche auffallend an das Urgebirge erinnern, wenn gleich in den ringsum tief eingeschnittenen Thälern des Schiefergebirges keine Spur von demselben zu Tage steht. Es würde nicht schwer seyn, hier noch viel ähnliche andere Beispiele anzuführen.

Noch ist es ferner nicht unwichtig, einen Blick auf die Größe der Kraft zu werfen, mit welcher diese eben erwähnten Fragmente emporgeschleudert werden; sie ergibt sich zum Theil aus der Höhe, welche dieselben beim Herauswerfen erreichen. In Beziehung auf den Vesuv erzählt der Padre della Torre, daß er bei einer Eruption desselben am 20. Januar 1755 Steine auswerfen gesehen habe, deren Bahn man durch den glühenden Streifen in den schwarzen Wolken noch deutlich sehen konnte; sie brauchten 8 Sekunden Zeit, um von ihrem höchsten Punkte herabzufallen; er schloß daraus, daß sie 956 Fuß Höhe erreicht hatten. Aus Hamilton's Berichten scheint hervorzugehen, daß der Vesuv zuweilen Steine eben so hoch wirft, als er selbst ist, indem die auf dem Gipfel des Berges stehende, feurige Garbe diese Höhe von 3600 Fuß erreicht (1775). Von dem Aetna erzählt uns Recupero, daß zuweilen größere, von ihm ausgeworfene Steine 21 Sekunden Fallzeit gebraucht hätten, welches eine Wurfhöhe von 6615 Fuß schließen läßt. Am Cotopaxi sah la Condamine einen Ausbruch, bei welchem große glühende Massen bis zu 2766 Fuß senkrechter Höhe über dem Gipfel geschleudert wurden.

Es ist schwer, ja unmöglich, nach diesen sehr unvollkommenen Daten die Wurfkraft der Explosionen zu

bestimmen, durch welche diese Steine geschleudert wurden, da man hiezu der Tiefe des Punktes, von welchem sie losgerissen, und den Winkel, unter dem sie geworfen wurden, genau kennen müßte; d'Aubuisson indeß hat es versucht, nach einigen der genaueren Angaben eine Berechnung hierüber zu machen, und er fand, daß die größte Geschwindigkeit, mit welcher diese Steine ausgeschleudert werden, der einer Kanonenkugel (1200 bis 1500 Fuß in der Sekunde) nicht gleich kommt. Dieß ist indeß schon sehr viel, wenn wir bedenken, daß die Dämpfe, deren Kraft dieses Schleudern bewirkt, sich keinesweges auf einmal ausdehnen, da sie beim Aufsteigen in den Windungen des Schlotes überall Widerstand werden finden müssen.

Die leichteren Massen, Sand, Asche und Rapilli, werden übrigens von den wirbelnd aufsteigenden Dämpfen zu einer viel größeren Höhe heraufgerissen, und oft, vom Winde ergriffen, weit mit fortgerissen, bevor sie aus den Wolken herabfallen. Die Entfernung und die Häufigkeit, mit welcher diese Substanzen zum großen Theile fortgetrieben werden, ist in der That ganz bewundernswürdig; so erzählt Procopius, daß bei einem Ausbruche des Vesuvs 472 n. Chr. G. die Asche von dort bis Konstantinopel geflogen sey; 1794 flog sie, nach Hamilton, bis nach Apukir in Calabrien, in wenigstens 50 Stunden Entfernung. Auch die Asche des Ausbruches von 1822, welche an Häufigkeit alle Aschenfälle, die am Vesuv in neueren Zeiten bemerkt worden sind, weit übertraf, breitete sich weit aus. A. v. Humboldt sagt von dem Aschenregen, welcher damals fast 12 Tage lang, vom 24. Oktober 1822 an, fortdauerte, doch übrigens nur 4 Tage lang sehr bedeutend war: er bleibe der denkwürdigste, von dem man seit des ältern Plinius Tode sichere Nachricht hat, und die Menge der Asche desselben sey vielleicht dreimal größer gewesen, als alle Asche, welche man hat fallen sehen, so lange vulkanische Erscheinungen mit Aufmerksamkeit beobachtet worden sind. Die Dicke der in den Umgebungen des Berges gefallenen Aschen-

schicht betrug in diesem Falle nach seinen Messungen an den Abhängen des Berges etwa 3 Fuß, unten in der Ebene dagegen 15 bis 18 Zoll. In den zunächst gelegenen Ortschaften (Resina, Torre del Greco, Bosco tre case) war die Atmosphäre so mit Asche erfüllt, daß die ganze Gegend bei Tage in das tiefste Dunkel gehüllt ward, und daß man genöthigt war, auf der Straße mit Laternen zu gehen, wie dieß in Quito so häufig bei Ausbrüchen des Pinchincha der Fall ist. Merkwürdigerweise geschah sogar dasselbe noch zu Amalfi, in 3 ½ geographische Meilen geradliniger Entfernung vom Vesuv, und unerachtet sich zwischen beiden Orten eine bis zu 4000 Fuß hoch aufsteigende Bergreihe befindet. Dort wollte es am Morgen des 22. Oktober 1822 nicht Tag werden, und als man Sand und Asche aus der Atmosphäre niederfallen sah, bemächtigte sich ein panischer Schrecken der Einwohner; denn man hatte dort hinter den Bergen keine Ahnung davon, daß der Vesuv ausgebrochen sey, auch war niemals seit Menschengedenken etwas Aehnliches an dieser Küste beobachtet worden.

Die dem Golf von Neapel zugekehrten Abhänge dieser Bergkette, welche Amalfi von Castell a mare scheidet, ist es, an deren Basis einst Stabiä verschüttet ward; an ihr findet man zugleich bis zur obersten Höhe merkwürdige Beweise der Wurfkraft des Vesuvs bei früheren Explosionen zerstreut; denn diese Berge sind oben ganz mit Bimssteinen überschüttet, so daß man hier oft auf vulkanischem Boden zu wandern glaubt, da doch diese Berge aus Kalkstein bestehen; ja, ich fand unter diesen Bimssteinen selbst faustſtarke Stücke kompakter Leucitlava, welche wohl nicht anders als durch direktes Ausschleudern (auf 2 ½ Meilen Entfernung) konnten hieher gekommen seyn.

Von der außerordentlich weiten Verbreitung der zerkleinerten vulkanischen Substanzen gibt die Beschaffenheit der Oberfläche von fast ganz Italien Zeugniß; denn in den entferntesten Thälern der Apenninen und in einer Höhe von 2 bis 3000 Fuß findet man meist,

daß die lockere Erde, welche den Kalkstein der Berge bedeckt, aus zersetzten und in Schichten zusammengeführten, zerkleinerten, vulkanischen Substanzen (ächten Aschenschichten) gebildet wird. So sah ich Asche, in welcher man noch Brocken kleiner Augitkrystalle unterscheidet, mit Verwunderung auf der Hochebene von Aquila, in der Umgebung von Lago di Fucino im Innern der Abruzzen; ja, kürzlich hat Tenore dieselbe Erscheinung auf den gegen das adriatische Meer gekehrten Abhängen der Apenninenkette im Königreiche Neapel gefunden, unerachtet auf dieser Seite der Berge bekanntlich, mit Ausnahme der Euganeen in Oberitalien, kein nachweisbarer Vulkan älterer oder neuerer Epoche bekannt ist.

Was wir nun übrigens vom Vesuv und von den Vulkanen Italiens wissen, davon fehlt es nicht an Beispielen in der Geschichte von Ausbrüchen anderer Vulkane. So ist bekannt, daß die Asche des Aetna schon mehrmals (u. a. im Jahre 1329) nach Malta geflogen ist; die des Hekla ward 1766 in einer mächtigen, verfinsternden Wolke gegen 50 Meilen weit fortgetragen; ein sehr großartiges Beispiel dieser Art ist uns aus den Molukken bekannt. Als im April 1815 nämlich der Vulkan von Sumbava ausbrach, verbreitete sich die Asche bis nach Celebes, und im östlichen Java fiel sie in einer Entfernung von 60 bis 70 Meilen (zu 8 Zoll Höhe) nieder, daß Niemand ahnete, sie komme von einem so entfernten Vulkane her.

Endlich noch ein sehr merkwürdiges Beispiel von der großen Verbreitung der Asche gibt die Geschichte eines Aschenregens, welcher am 1. Mai 1812 auf Barbados in den Antillen stattfand. Es war die Folge eines Ausbruches von St. Vincent, welches von Barbados in Westen und etwa 20 Meilen davon entfernt liegt. Man hatte am 30. April Abends auf Barbados Explosionen vernommen, ohne zu wissen, wo sie herkamen; man hielt sie für entfernten Kanonendonner. Am Morgen des 1. Mai indeß sah man am Himmel eine dunkle Wolke erscheinen; sie hüllte bald die ganze Insel so ein,

daß auf ihr die dickste Finsterniß herrschte. Personen, welche gerade im Freien waren, konnten die Bäume nicht unterscheiden, an welche sie sich geflüchtet hatten; in den Stuben war es nicht möglich, die Oeffnungen der Fenster zu erkennen. Gleichzeitig regnete es Asche bis zu Mittag, und die Umgegend war so davon bedeckt, daß die Aeste der Bäume sich bogen und das Zuckerrohr in den Plantagen zerknickt ward. Diese Erscheinung nun war ferner um so unerwarteter und auffallender, da Barbados genau östlich von St. Vincent liegt. In jenen Gegenden aber, und insbesondere in dieser Jahreszeit, herrschen unausgesetzt die Passatwinde, welche fortwährend gleichförmig dort von Osten wehen und dadurch selbst auf die Gestalt der Vulkane in den Antillen einen merkwürdigen Einfluß üben. Es muß daher der Vulkan auf St. Vincent die Kraft besessen haben, seine leichten Stoffe, der Richtung des Windes trotzend, in eine Luftschicht zu erheben, in welcher eine der Richtung der Passatwinde entgegengesetzte Strömung stattfindet. Da es nun übrigens einen wesentlichen Theil der über die Passatwinde herrschenden Erklärungstheorie ausmacht, daß in einiger Höhe über ihnen ein gerade entgegengesetzter Luftstrom angenommen werden muß, so war natürlich diese Beobachtung den Naturforschern doppelt willkommen. Die Analyse dieser Asche unternahm Thomson, und er fand sie aus Kieselerde und Thonerde, mit einem kleinen Theile von Kalkerde gebildet, nebst wenig Eisenoxyd.

Uebrigens gehören solche Aschenregen, wie man kaum voraussetzen darf, oft zu den zerstörendsten Ereignissen, welche die Eruptionen der Vulkane veranlassen; sie sind oft um sehr vieles verderblicher, als Lavaausbrüche; denn abgesehen davon, daß die Asche wohl zuweilen in solcher Menge niedergefallen ist, daß sie die Häuser erdrückt, Ortschaften zerstört und ihre Bewohner erstickt hat, so ist sie besonders, auch wenn sie in kleinen Quantitäten fällt, das Verderben der Vegetation. Von ihrer Berührung mit den Wasserdämpfen des Vulkans nämlich fällt sie gewöhnlich feucht nieder,

und hängt sich klebrig, durch ihre große Feinheit begünstigt, an die Blätter und Aeste, sie mit einem feinen Ueberzuge umhüllend und erstickend. Ganze Olivenpflanzungen und Weingärten gehen daher an den Abhängen des Vesuvs oft zu Grunde, wenn sie ein Aschenregen betroffen hat. Doch es ist auch auf der andern Seite eine bemerkenswerthe Eigenschaft des mit vulkanischer Asche bestreuten Bodens, daß er eine ausnehmende Fruchtbarkeit besitzt. Alles, was durch den Aschenfall zerstört worden, ersetzt sich reichlich in wenigen Jahren wieder, und L. v. Buch glaubt, daß die Ursache davon wohl in einem sehr kleinen Säuregehalte liegen möge, welchen die Asche zurückbehalten hat, und der allerdings die Eigenschaft besitzt, die Keimkraft der Saamen zu erhöhen und die Schnelligkeit des Wachsthums der Pflanzen zu befördern. Die Furcht übrigens, welche das Volk von Neapel vor dem Niederfallen der Asche hat, und den traurigen Eindruck, welchen ein solcher Regen macht, hat L. v. Buch unübertrefflich schön bei Gelegenheit des Ausbruches von 1794 geschildert.

Während des Ausbruches der Asche nimmt die drohend über dem Gipfel des Vulkans aufsteigende, düstre Dampfwolke eine eigenthümliche (für solche Ereignisse charakteristische und stets bei ihnen wiederkehrende) Gestalt an. Die Asche, welche die Dämpfe emportragen, widersteht nämlich durch ihre größere Schwere der Bewegung nach aufwärts, weniger heftig getrieben in größerer Höhe, daher beginnt sie gegen den Krater wieder zurückzusinken; doch hier begegnet sie der später ausgetriebenen Asche wieder. Die Dämpfe, welche sie tragen, stemmen sich mächtig gegen diese, den Gesetzen der Schwere folgende Masse an, sie erheben sie, der Energie ihrer Entwicklung gemäß; da sie aber den Widerstand nicht völlig zu überwinden vermögen, so können sie theilweise seitwärts leicht ausweichen. Das dichte Gewölk, welches sich säulenartig hervordrängt, wird daher in seinen oberen Theilen auf allen Seiten ringsumher

schirmförmig sich ausbreiten, und so entsteht dann ein in der Luft schwebendes, breites Dach an dem Ende eines säulenartigen Schaftes; eine Gestalt, welche die Italiener mit der Pinie vergleichen, dem stolzen Baume des wärmeren Italiens, welcher ein schirmartiges Dach von Zweigen und Nadeln an dem Ende eines schlanken Stammes trägt.

Diese Benennung ist so völlig aus der Natur gegriffen, daß sie auf dem vulkanischen Boden Italiens schon seit den ältesten Zeiten als Gleichniß gebraucht wurde; schon Plinius bedient sich ihrer in seinem Briefe an Tacitus, und erklärt sie sich selbst schon auf eine der unsrigen ähnliche Weise. Groß und erhaben ist der Anblick dieser hehren, düstern Gestalt, welche wohl keiner der größeren Eruptionen je gefehlt hat. Leuchtende Würfe fahren wie feurige Garben unzählig durch den Schaft dieser Pinie, und Millionen glühender Sandkörner, welche reißend emporsteigen, machen ihn mehr oder minder auffallend bei Nachtzeit zur schönen, prächtigen Feuersäule.

Doch noch eine Erscheinung ist es, welche das Imposante dieses großartigen Naturgemäldes vermehren hilft. In der schirmförmig oben ausgebreiteten Wolke nämlich entwickeln sich häufig elektrische Erscheinungen Schlängelnde Blitze, oft zu Dutzenden auf einmal, fahren in der dunkeln Dampf- und Aschenwolke zickzackförmig hin und her, und ein kräftig rollender Donner folgt ihnen weithin hallend durch die erschütterte Atmosphäre. Wohl hat man zuweilen in früheren Zeiten gezweifelt, ob diese als Blitz und Donner auftretenden Erscheinungen auch wirklich Entladungen elektrischer Natur seyen, oder nicht vielleicht explosive Entzündungen brennbarer Gasarten (und so zweifelte u. A. noch Breislack); doch besitzen wir davon uns direkt überzeugende Erfahrungen. Es sind nämlich zuweilen durch diese aus der Dampfwolke fahrenden Blitze, unter anderen Erscheinungen, welche Gewitterschläge darbieten, selbst Menschen erschlagen worden. So wird uns namentlich aus Island durch Olaffen

berichtet, daß am 17. Oktober 1755 durch einen vulkanischen Blitz, welcher aus der Wolke des Katlegia herabfuhr, 11 Pferde und 2 Menschen erschlagen wurden, und daß der Strahl die im Wege stehenden Gegenstände, namentlich Felsen, mit cylindrischen Löchern durchbohrte.

Auch ist in der That die Erzeugung solcher Erscheinungen unter den hier obwaltenden Umständen sehr erklärlich; denn daß bei dem Aufruhr der Natur, welchen wir hier schilderten, auch Störungen des elektrischen Gleichgewichts (Spannung und Ausgleichungen durch Entladung) werden eintreten müssen, ist an sich sehr wahrscheinlich. Die Reibungen zahlloser, glasiger Körper an einander, wie sie in der Aschenwolke vorkommen, sollte man meinen, müsse einen hohen Grad von elektrischer Spannung hervorrufen, wenn gleich diesem von Einigen widersprochen wird. Aber wir wissen durch Versuche von Saussüre, daß Elektricität sich entwickelt, wenn Wasserdampf kondensirt und in Wasser verwandelt, oder umgekehrt, wenn Wasser zu Dampf wird, und dieß sind Erscheinungen, welche in der vulkanischen Dampfwolke ununterbrochen vorkommen. Die Kondensation heißer Wasserdämpfe geht sehr schnell an den äußern Rändern der Dampfwolke in den Berührungen derselben mit der umgebenden kalten Luftschicht vor sich, und daher erzeugen sich, nach dem einstimmigen Zeugnisse aller Beobachter, die heftigsten Blitze vorzugsweise an den Rändern der Wolke, und fahren gewöhnlich von da gegen die Mitte derselben hinein. So sah es L. v. Buch am Vesuv, so ich selbst es bei der Insel Ferdinandea.

Mehr oder minder schnell, nachdem diese eben beschriebenen Phänomene einen gewissen Grad von Vollendung erreicht haben, und während sie noch fortdauern, sich periodisch selbst wohl noch vergrößern, beginnt der Vulkan, wenn die Reihe der Eruptionserscheinungen sich vollständig entfaltet, die dritte seiner Operationen mit dem Ausbrechen der glühend-flüssigen Lava. Nachdem dieselbe oft mehrere Tage, ja Wochen lang bereits

durch den aus dem Innern des Schlotes hervorleuchtenden Feuerschein sich angekündigt hat, tritt sie nun endlich an das Tageslicht, und, an den Abhängen des Berges herabströmend, verbreitet sie ringsumher Verwüstung. Die Ursache ihres späteren Erscheinens, nachdem die inneren Beunruhigungen des Berges, das Auswerfen losgerissener Substanzen bereits lange vorhergingen, liegt in der Schwierigkeit und in der Kraftanstrengung, deren es bedarf, eine mehr oder minder beträchtliche, geschmolzene, schwere Masse bis zu der oft ansehnlichen Höhe der Kratermündungen der Vulkane zu erheben. Die elastischen Wasserdämpfe und erhitzten Gasarten, welche im Innern des Berges gesperrt sind und nur theilweise durch die Rauchwolken aus dem Krater entweichen können, müssen einen sehr hohen Grad der Erhitzung, eine ungeheure Spannkraft erlangt haben, bevor sie im Stande sind, die geschmolzene Masse aus dem Innern vor sich herzutreiben und einer oft viele tausend Fuß hohen Lavasäule das Gleichgewicht zu halten. Dieser Umstand aber erklärt noch manche andere, bei dem Austreten der Lava sich zeigenden Verhältnisse, welche wir gegenwärtig betrachten wollen.

Je kleiner nämlich, sowohl seinem Umfange nach, als insbesondere nach seiner Höhe, ein Vulkan ist, desto häufiger nicht nur werden an ihm die Ergießungen von Lava erfolgen, sondern es werden dieselben auch stets nur aus seinem Hauptkrater an dem Gipfel hervortreten. Der Grund davon liegt in dem geringen Hinderniß, welches der Druck und die Höhe der die Mündung umgebenden Vulkanmasse dem Emportreiben der Lava in den Weg legt; da wird eine jede, wenn auch nur geringe Aufregung im Innern des Berges, zu einer Eruption führen. Beispiele davon liefern die bis jetzt bekannter gewordenen, kleineren Vulkane der Erde, vor Allem die Insel Stromboli, welche einen nach Fr. Hoffmann's Messungen 2700 Fuß hohen Berg von kaum 2 Meilen Umfang an seiner Basis bildet, und von welcher schon die Alten berichten, daß sie, also seit mehr als 2000 Jahren, nie aufhöre, Eruptionser-

scheinungen zu zeigen. Sie hat wahrscheinlich schon damals ununterbrochen Lavaergießungen gehabt, da sie wegen der zur Nachtzeit von ihrem Gipfel herstrahlenden rothen Gluthwolke der Leuchthurm des tyrrhenischen Meeres genannt wurde. Auch noch jetzt sieht man ununterbrochen an ihren Abhängen einen Lavastrom fließen, und der Schlot wird hier niemals durch die über ihm aufgethürmte Masse verstopft oder zugedrückt, da, vermöge einer Eigenthümlichkeit in ihrer Gestaltung, die Lava stets glühend ins Meer fällt, dort zerkleinert und von Strömungen rasch fortgeführt wird. Solch ein Vulkan ist in der That, seiner Erscheinung nach, einer warmen Mineralquelle zu vergleichen, und so gut, wie wir, nächst den Wasserquellen, Oelquellen, Gasquellen unterscheiden, welche dem Innern der Erde entströmen, so können wir wohl in dieser Erscheinung mit gleichem Rechte eine nie versiegende, glühende Lavaquelle erkennen. Es sind gegenwärtig noch einige Vulkane auf der Erdoberfläche bekannt, welche gleiche Erscheinungen zeigen, wie ein kleiner Vulkan auf Bourbon, welchen Bory de St. Vincent beschrieben; ein anderer, Zibbel-teir, auf einer kleinen Insel im rothen Meere, welchen Bruce gesehen hat; einer in dem bekannten See von Nicaragua, welcher Devilsmouth genannt wird. Bei allen diesen, wie auf Stromboli, kommt die Lava nur allein aus dem einzigen und Hauptkrater sich ergießend vor, welcher sich am Ende des in seinem Innern aufsteigenden Schlotes befindet.

Merklich anders schon stellt sich dieß Verhältniß an den bedeutend höheren, wenn gleich doch immer noch kleinen Vesuv, welcher, mit 3600 Fuß Erhebung und mit etwa 6 Meilen (24 Migl.) Umfang, doch immer noch zu den minder beträchtlichen Vulkanen der Erde gehört. Bei ihm treten bedeutendere Eruptionen, welche mit Lavaergießungen verknüpft sind, zwar häufig, aber doch immer nur periodenweise ein, und wir haben schon theilweise oben gesehen, wie die ausgebrochene Massen selbst bei ihm durch stetes Anhäufen die allmählige Verschließung seines Schlotes bewirken, wie es dann nothwen-

dig einer stärkeren Ansammlung elastischer Kräfte bedarf, um endlich durch eine gewaltsame Explosion nun die hoch aufgethürmte Decke zu sprengen, wie nach derselben stets von Neuem oft mehrere Jahre hindurch wieder Stillschweigen eintritt, theils weil der Vorrath an geschmolzenen Substanzen für den Augenblick erschöpft scheint, theils weil den im Innern gefangenen elastischen Dämpfen nun die Ausführungskanäle weit geöffnet wurden. Von solcher Art ist der Mechanismus dieses Berges, seine Lavaströme treten nicht mehr beständig aus dem Hauptkrater an dem Gipfel des Berges hervor, sondern es öffnen sich nicht selten an seinen Abhängen oder Wänden Seitenkratere, um der im Innern sich empordrängenden Lava den Ausweg zu gestatten. Diese sind es gerade, welche man dort ganz allein fürchtet, da sie ausschließlich sowohl durch die größere Masse von Lava, die sie schütten, als durch die Nähe ihrer Ausbruchsorte den Menschen gefährliche Verwüstungen veranlassen. L. v. Buch, welcher diesem Verhältnisse ganz besondere Aufmerksamkeit widmete, sagt uns, daß hier ungefähr eben so viel Lavamasse vom Hauptkrater, wie von den Seitenwänden geflossen sey.

Schon wieder anders ist dieß Verhältniß am Aetna, denn dieser Berg hat 10,200 Fuß Meereshöhe und den ungeheuren Umfang von wenigstens 20 deutschen Meilen beschüttet. Er hat ungleich seltener Eruptionsphänomene mit Lavaergießungen, und noch seltener gar treten dieselben aus seinem Gipfel hervor. Spallanzani führt an, daß zu seiner Zeit nach Gioeni 30 größere Ausbrüche des Aetna historisch bekannt waren, von diesen aber waren nur 10 aus dem Krater am Gipfel gekommen. Wenn wir aber die zahllosen deutlichen Spuren früherer, zum Theil vorhistorischer Eruptionen erwägen, deren Quelle jetzt noch deutlich sichtbar ist, so mögen wir gern dem Ausspruche von Dolomieu folgen, welcher dafür hält, daß neun Zehntheile aller hier einst geflossenen Laven durch Ausbrüche an den Seiten sich ergossen haben. Es scheint in diesem merk-

würdigen Berge übrigens zugleich das größte Maß der Erhebungen und der Ausbreitung gegeben zu seyn, bei welchem noch Gipfelausbrüche stattfinden können; denn schon vom Pic von Teneriffa, welcher doch nur 1000 Fuß höher ist (11,624 Fuß Meereshöhe), hat man bisher noch niemals einen Ausbruch aus dem Gipfel bemerkt, und überhaupt sind hier Lavaergießungen sehr viel seltner, als am Aetna, unerachtet der Berg fortwährend Zeichen seiner Thätigkeit gibt. Stets erfolgten die Lavaergießungen hier tief unten an den Abhängen, und L. v. Buch hat auf eine sehr geistvolle Weise entwickelt, daß auch alle auf den ringsumher liegenden kanarischen Inseln vorgefallenen Eruptionen nur als Seitenausbrüche, abhängig von dem Centralvulkan des Pico, angesehen werden dürfen.

Endlich, zum Extrem gesteigert, zeigt sich dieß Verhältniß bei den Riesenvulkanen der Andeskette, dort, wo die Erhebung vulkanischer Gipfel fast bis auf das Doppelte von der des Pic steigt, und wo die Abhänge breit in der festen Basis einer hoch erhobenen, ausgedehnten Gebirgskette wurzeln; dort kommen überhaupt, nach A. v. Humboldt, bei den furchtbarsten Eruptionen selbst keine Lavaergießungen mehr vor. Jeder dieser Vulkankolosse steigert im Durchschnitt seine Thätigkeit nur in einem Jahrhunderte einmal so hoch, daß eine Eruption stattfindet. Dann aber kann die Lava nicht ausfließen, sondern sie wird so lange unter furchtbaren Konvulsionen, heftigem Gekrache in dem Innern des Berges hin- und hergerollt, bis sie in einzelnen Brocken in ungeheuren Sand-, Asche- und Lapilliausbrüchen herausgeworfen wird. Man sieht deßhalb auch an den Abhängen dieser Vulkane nicht, wie gewöhnlich an anderen, bandförmige Lavaströme zerstreut liegen, und nur eine einzige unbedeutende Ausnahme davon sah A. v. Humboldt an dem 17,958 Fuß hohen Antisana.

Wie die Ausbrüche der Lava aus den Krateren am Gipfel erfolgen, ergibt sich von selbst; es ist ein Ueberwallen der flüssig emporgetriebenen Masse über die

Ränder. Wohl aber bedarf es noch einiger Erläuterungen über die Verhältnisse der Seitenausbrüche. Wenn die Lava, in dem Hauptschlote des Berges aufsteigend, nicht die obere Mündung desselben zu erreichen vermag, so werden die Wände erschüttert, und es reißt an einer nicht genugsam unterstützten Stelle derselben eine Spalte auf. Solche Spalten sind denn auch wirklich an der Oberfläche der Vulkane bei Seitenausbrüchen bemerkt worden, und sie hatten oft sehr ansehnliche Dimensions-Verhältnisse. Als am 11. März 1660 der Aetna einen seiner größten Ausbrüche machte, durch welchen Catania zum großen Theile mit Lava überschüttet ward, erhielt der Berg, nach unverdächtigen Zeugnissen, welche Spallanzani gesammelt hat, einen äußerlich wahrnehmbaren Riß, welcher nahe am Gipfel oben anfangend bis zum Ausbruchsorte bei Nicolosi fortsetzte, und so eine Längenausdehnung von 2½ geographischen Meilen einnahm. Deutlichere Spuren dieser Spalte sind noch bei Nicolosi in festen Lavafelsen erhalten, wo ich sie selbst gesehen und in die Tiefe des Berges hinein verfolgt habe. Bei dem so oft erwähnten Ausbruche des Vesuvs von 1794 riß eine Spalte auf, welche nach L. v. Buch gegen 3000 Fuß lang, und nach Breislack an ihrem oberen Rande gegen 240 Fuß breit war. Aehnliches hat erweislich an vielen Orten stattgefunden, und es ist hiebei nur noch bemerkenswerth, daß, wie L. v. Buch uns zuerst berichtet, diese Spalten immer nach der Richtung der Abhänge, strahlenförmig vom Centrum des Berges, nie quer auf denselben reißen, wo sie einen bedeutend größeren Widerstand finden würden, wie dieß bei den von uns supponirten Ursachen denn auch nothwendig der Fall seyn muß. Merkwürdig sind ferner die Erscheinungen der Ausbildung dieser Spalten, welche nie auf einmal ihre ganze Größe erlangen, und über diese Beziehungen hat Poulet Scrope eine vortreffliche, mit der Natur übereinstimmende Auseinandersetzung gegeben.

Aus der Geschichte aller Eruptionen geht es hervor, daß das erste Aufbrechen einer solchen Spalte unter dem Ertönen eines heftigen Knalles geschieht. Geht nun der neu entstandene Riß, wie dieß in den meisten Fällen zu geschehen pflegt, mehr oder minder tief unter das Niveau der Oberfläche der im Schlot aufgestiegenen Lava, so wird diese nun seitwärts durch denselben sich ergießen, und der Druck der im Innern befindlichen Lavasäule wird eine mehr oder minder große Geschwindigkeit des Ausfließens derselben an den tiefsten Enden der Spalte bewirken. Hier am untern Ende also nun wird sich eine erweiterte Oeffnung bilden; hier werden auch nun die Dämpfe, seitwärts herausfahrend, ihren Abzug nehmen, und um die Oeffnung wird von den durch die Dämpfe seitwärts heraufgeschleuderten Schlackenstücken, Sand- und Aschenmassen ein Eruptions- oder Schuttkegel sich aufbauen. Diese Erscheinung muß indeß aufhören, sobald das Niveau der Lava im Innern bis zu dem dieser Seitenöffnung herabsinkt, dann wird aus derselben nur noch ein Theil der Dämpfe, der Aschen-, Schlacken- und Steinwürfe herausfahren, welche sonst den Weg aus dem Hauptkrater nahmen, und diese wird noch mehr zur Vergrößerung des neu gebildeten Eruptionskegels beitragen, der am Ende im Verein mit der erkaltenden Lava die Oeffnung verschließt. Sobald nun dieser Ausweg versperrt worden, steigen Druck und Hitze im Innern des Feuerberges von Neuem, die Lava tritt wieder höher hinauf, und es wird ihr dabei leicht, den einmal vorhandenen Riß zu erweitern. Er verlängert sich, eine neue Eruptionsöffnung bildet sich an seinem untern Ende, die Lava fließt hier aus, und es bildet sich ein neuer Schlackenkegel, welcher mit dem vorigen auf einer Linie liegt. So wird dieß Ereigniß sich noch mehrere Male nach einander wiederholen, bis aller Vorrath an geschmolzenen Substanzen im Innern des Berges erschöpft ist, oder bis die Spalte die Basis des Berges erreicht hat. Eine Reihe von linienförmig geordneten Kegelbergen aber, welche nicht durch Auftreiben und endliches Aufbersten des erhitzten Bodens

gebildet sind, wird die Geschichte dieser Eruption in lange dauernden Denkmälern aufbewahren.

Es ist daher in der That auch nichts gewöhnlicher, als an dem Fuß und an den Abhängen der noch thätigen Vulkane eine größere oder geringere Anzahl solcher parasitisch erzeugten Kegel zu finden. Viele derselben von ansehnlichem Umfange und Höhe, nach ihrem Erlöschen auf der Oberfläche durch Einwirkung der Atmosphäre zersetzt, begrünt und bewaldet, verleihen dem landschaftlichen Ansehen solcher vulkanischen Gegenden eine große Eigenthümlichkeit. Viele solcher Kegel haben sich erst unter unsern Augen gebildet; so entstanden am Vesuv bei dem Ausbruche von 1794 fünf Berge hinter einander, welche L. v. Buch unter dem Namen der Bocche nuove beschrieben hat; gegenwärtig sind sie fast ganz wieder verschwunden (nur drei sind noch kenntlich). Eben so groß war die Zahl dieser Kegel, welche sich bei dem Ausbruche von 1760 bildeten, und auf den genaueren Karten des Vesuvs sieht man dieselben unter dem Namen Vicili oder Voccole in einer Linie gereiht hinter einander über Torre dell' Annunziata angegeben. Der bedeutendste unter allen Parasitenkegeln des Vesuvs indeß ist der in allen Ansichten des Vesuvs von Neapel her so auffallende kleine Hügel, auf welchem die Camaldoli della Torre liegen; er ist in vorhistorischen Zeiten gebildet und erhebt sich etwa 400 Fuß über seine Umgebungen. Solch eine Bildung ist für die Dimensionsverhältnisse des Vesuvs schon etwas Außerordentliches.

Ganz anders aber und bedeutender als an irgend einem der genauer bekannten Vulkane stellt sich dieses Verhältniß am Aetna dar, welcher der Seitenausbrüche so viele gehabt hat. Alle Reisenden, welche diesen herrlichen Berg bestiegen, sind hier auf das eigenthümliche Vorkommen zahlreicher, schöner Kegelberge in seinen unteren Regionen aufmerksam gewesen. Als Scrope 1819 den Gipfel des Berges bestieg, zählte er von dort oben deren gegen 70 (Spallanzani gibt die Zahl derselben auf mehr als 100 an). Wir selbst haben mit

Hülfe von Gemellaro auf einer möglichst genauen Karte des Aetna deren 70 eintragen können, welche von den Bewohnern der Umgegend mit besonderen Benennungen unterschieden werden, und schon Hamilton beschrieb auf eine sehr anziehende Weise, wie viele derselben, vom Gipfel des Berges gesehen, linienförmig, oder von dem erwähnten Standpunkte aus strahlenförmig divergirend erscheinen, während man, von unten heraufsteigend, sich weniger leicht in der scheinbaren Unordnung zu orientiren vermag, in welcher sie durch einander liegen. Auch von diesen Hügeln sind sehr viele in historischen Zeiten und oft in sehr kurzer Zeit bis zu ansehnlichen Dimensionen gebildet worden. So entstanden, vorhandenen Nachrichten zufolge, bei der Eruption von 1536 zwölf solcher Kegel an der Seite des Berges. Einer der merkwürdigsten Eruptionskegel aber bildete sich, als bei dem furchtbaren Ausbruche von 1669 die oben erwähnte Spalte aufbrach. Es ist dieß der so berühmt gewordene Monte rosso bei Nicolosi, welchen alle Reisenden zu besuchen pflegen; dieser merkwürdige Berg erhob sich in wenigen Tagen über die Ebene der Umgegend nach Hoffmann's Messungen etwa zu 820 Fuß (sein Gipfel liegt 3007 Fuß über dem Meere). Er hat noch zwei wohl erhaltene, halb mit einander verbundene Kratere, und seine an der Basis wohl eine halbe deutsche Meile im Umfange haltende Masse ist gänzlich aus rothen Schlackenbrocken und aus schwarzem, vulkanischem Sande gebildet, welche meist aus zerbrochenen, oft aber noch ganz erhaltenen, lose über einander geschütteten Augitkrystallen und Feldspathblättchen besteht, so daß man bis an's Knie darin einsinkt. Von ihm aus ward die ganze Umgegend, ein Landstrich von reichlich einer geogr. Quadratmeile Flächeninhalt, bis zu mehreren Fuß hoch mit einer Decke desselben schwarzen Sandes beschüttet, welcher namentlich in der Umgegend von Nicolosi noch ganz unkultivirbar liegt, und dem Ansehen derselben daher einen ganz eigenthümlichen Charakter gibt. Noch im Jahre 1811 wurden bei einem Ausbruche, welcher an der

Ostseite des Berges im tiefen Kesselthale des Val del bove stattfand, unter den Augen des Beobachters Gemellaro nicht weniger als sieben solcher Berge hinter einander gebildet, welche in kurzer Zeit aus eben so viel mit heftigem Donnergetöse nach einander aufspringenden Oeffnungen hervorgeschleudert wurden.

Auch von anderen, entfernteren Vulkanen lehrt die Geschichte ihrer Ausbrüche dasselbe; so, um nur eines bedeutenden Beispieles zu erwähnen, ward bei dem furchtbaren Ausbruche des Skaptar Jökul auf Island 1783, einem der furchtbarsten, von welchen die Geschichte überhaupt Kunde gibt, am Fuße dieses Berges in der Ebene eine Spalte von wenigstens 1½ deutschen Meilen Länge gebildet, und drei Eruptionskegel schütteten sich über derselben nach einander auf. In der geradlinigen Fortsetzung derselben erzeugte sich noch ein vierter Eruptionskegel, dessen Geburtsstätte schon in das Meer fiel, und es entstand auf diesem Punkte daher die neue, bald darauf wieder von den Wellen zerstörte Insel Nye Oe. Auf Japan geschah in demselben Jahre ein Gleiches; denn es ist uns dort eine von Jul. v. Klaproth und von L. v. Buch erwähnte Zeichnung zugekommen, aus welcher man sehr deutlich sieht, daß dort eine Reihe flammender Kegel sich in einer geraden Linie und am Fuße eines der mächtigen Vulkane jenes Landes befindet. Bei einem Besuche auf einer der kanarischen Inseln, Lanzerote, hatte L. v. Buch die Bemerkung gemacht, daß sich dort bei einer ungeheuren Lavaergießung im Jahre 1730 eine Spalte gebildet hat, welche mehr als 2 deutsche Meilen lang war, und auf derselben entstanden in einer Linie wenigstens zwölf noch existirende, schöne Kegelberge, deren einige eine Höhe von 6 — 800 Fuß hatten. Wir sehen also in der That, daß diese merkwürdige Erscheinung eine überall gesetzlich wiederkehrende seyn müsse, welche sich bei allen größeren Lavaergießungen bisher immer gezeigt hat.

Diese so aufreißenden Spalten geben nun übrigens zu der Entstehung eines ganz insbesondere geognostisch merkwürdigen Verhältnisses Veranlassung, dem unter

den neueren Beobachtern besonders P. Scrope Aufmerksamkeit geschenkt hat. Es wird nämlich ein sehr großer Theil derselben und vorzugsweise der zwischen den Eruptionskegeln befindliche Raum durch die zwischen den Wänden sich hineindrängende Lava verstopft. In dem engen Raume derselben muß die Masse der Lava schnell erkalten, und es entstehen dadurch mehr oder minder an der Oberfläche hervorragende, harte, schwarze Kämme, welche die söhligen Schichten der umher verbreiteten Gesteine in senkrechter Richtung durchsetzen. Diese so auftretenden Lavamauern werden Gänge genannt, und wenn durch Erschütterungen oder andere Ursachen einzelne Theile der Abhänge oder der Kraterwände einstürzen, treten sie an der Oberfläche frischer Abstürze als eine besonders auffallende Erscheinung hervor. So ist die innere Wand des dem Vesuvkegel gegenüber liegenden, ihn halbkreisförmig einschließenden Monte Somma dadurch merkwürdig, daß ihre dort horizontal austretenden, schichtenähnlichen Lavaplatten und Tuffbänke von senkrecht durch sie aufsteigenden, stets nur wenige Fuß starken Lavakämmen durchschnitten werden; an den steil abgerissenen Wänden, welche das Val de bove am Aetna einschließen, bemerkt man dieselbe Erscheinung in ganz ausnehmender Häufigkeit und in mannigfachen Verhältnissen der Verzweigung und Durchkreuzung auf's Anziehendste. Aber auch an den Wänden des inneren, neuen Vesuvkraters, wie sie durch die Ausbrüche von 1822 entblößt worden sind, finden sich solche senkrecht aufsteigende Lavagänge ganz unter denselben Verhältnissen, wie am Monte Somma.

Diese Erscheinung aber ist deßhalb noch so merkwürdig, weil sie genau in demselben Verhältnisse auch bei allen unseren älteren, krystallinischen und massigen Gebirgsarten wiederkehrt, deren vulkanischer Ursprung so lange bezweifelt worden, und auch so nun durch eine der beachtenswerthesten Analogien erwiesen wird. Vorzugsweise häufig kehrt dieselbe bei den Basalten und den mit ihnen so innig verwandten Trappgesteinen wieder. Es ist selbst in den uns näher liegenden Basalt-

gegenden, in Hessen, bei Eisenach, in Böhmen nicht selten, frei aufsteigende Basaltkegel in einer Linie an einander gereiht oder deutlich auf einander in Bezug stehend zu finden. Zwischen denselben aber und in Fortsetzungen dieser Linie sieht man sehr häufig die älteren Gesteine, Kalkstein und Sandstein, an den Abhängen der Thalwände von einer senkrecht durch sie hindurchsetzenden Basaltplatte zerschnitten. Kein Land in der Welt aber scheint diese merkwürdigen Erscheinungen häufiger zu zeigen, als das nördliche England, Schottland und die zu ihm gehörigen Inseln. Dort werden die wegen ungleicher Verwitterung an der Oberfläche mauerförmig hervorragenden Basaltplatten mit dem in die Wissenschaft aufgenommenen Namen Dyke belegt, und wir besitzen namentlich ein sehr merkwürdiges Beispiel von einem derselben, welcher durch die Grafschaften Durham und Yorkshire in westnordwestl. und ostsüdöstlicher Richtung quer durch alle Gebirgsarten geradlinig durchsetzt, von Middleton bis nach Robin Hood's Bai in einer Längenausdehnung von etwa 13 Meilen, quer über zwei bedeutendere Flußthäler, des Tees und des Esk, eine senkrechte Mauer von 5—6 Fuß Dicke bildend. Auch der Porphyr und selbst der Granit bilden solche Erscheinungen an den Küsten von Cornwall, Elba, Sicilien und selbst am Harze und im Erzgebirge, aus deren interessanten Specialverhältnissen für die Geognosie allgemein wichtigere Folgerungen hergeleitet werden.

Uebrigens sind diese Bildungen von Lavagängen auch von einer ganz besonderen Bedeutung für die genauere Kenntniß von dem Bau der Vulkane, und unter den neueren Naturforschern hat wohl keiner diesen Gegenstand mit mehr Umsicht behandelt, als P. Scrope. Er bemerkt nämlich, daß durch die Erfüllung einer der eben genannten Spalten mit Lava dieselbe dicht verschlossen werde. Die erkaltete Masse in derselben besitzt sehr natürlich einen ungleich größeren Zusammenhang, als die von ihr durchschnittenen, großentheils lockeren Substanzen, welche nunmehr fest durch dieselbe

verkittet werden. Es ereignet sich daher auch wohl kaum, daß bei erneuerten Eruptionen der Vulkan wieder an derselben Stelle aufreißt, wo er schon einmal eine Spalte bildete, und da nun die ganzen Abhänge der Hauptmasse nach aus denselben parallelen, regelmäßig übereinander aufgeschütteten Schichten gebildet werden, so legt jede neue Eruption zwischen dieselben sehr natürlich eine Art von verfestenden Querbalken ein, welche ein wohl mit der Konstruktion eines Daches vergleichbares Sparrwerk bilden, das zur Verfestung des ganzen allmählig aufgeführten Gebäudes sehr wesentlich beiträgt und ihm Haltung und Bestand gibt.

Um uns eine möglichst vollkommene Ansicht von den Umständen zu schaffen, welche das Ausbrechen der Lava begleiten, erscheint es wünschenswerth, dieselbe von ihrer Quelle bis zu ihrer Verwandlung in eine harte Steinmasse zu verfolgen, als welche wir sie nach ihrem Ausbruche an dem Fuße und an den Abhängen der Vulkane wiederfinden.

Nur wenigen Naturforschern ist es gelungen, den allerdings merkwürdigen Moment zu treffen, in welchem sie die Lava aus hinreichender Nähe bei ihrem Verhalten zwischen den Wänden des Kraters an den Quelle selbst beobachten konnten. Unter ihnen war bisher fast nur allein Spallanzani zu nennen, welchem ein tief eindringender Blick in das Innere der vulkanischen Werkstätte vergönnt war. Als er sich nämlich am 4. September 1788 auf dem Gipfel des Aetna befand, sah er auf dem Boden seines Kraters, über welchen sich die Ränder, seiner Schätzung nach, damals noch um etwa 800 Fuß erhoben, aus einer kreisrunden Oeffnung von etwa 60 Fuß Durchmesser eine dicke, weiße Dampfsäule hervortreten, und da er auf der dem Winde abgekehrten Seite stand, so sah er sehr deutlich aus geringer Entfernung in der Tiefe dieser Oeffnung die glühend-flüssige Lava fortwährend aufwallen und sich kräuseln. — Mehr noch aber wurde seine Wißbegierde durch einen sehr günstigen Blick in das Innere des Kraters von Stromboli belohnt; doch hier wollen wir das Ergebniß der Anschauung

des verewigten Professors Fr. Hoffmann aufnehmen, denn auch ihm ward es vergönnt, auf dieselbe Weise in das Innere dieser merkwürdigen Vulkaninsel zu blicken.

Es ist eine schon oben berührte Eigenthümlichkeit des Vulkans von Stromboli, daß sein Krater durch einen quer durch die ganze Insel von Südwest nach Nordost fortsetzenden Riß zerspalten und nur noch die eine Hälfte desselben als eine halbkreisförmig gestaltete, ringförmige Einfassung erhalten ist. Auf dem Boden dieses halb weggebrochenen Ringes, welcher ungefähr 600 Fuß unter der hohen Kante des Gipfels (2775 Fuß über dem Meere) liegt, befinden sich seine gegenwärtigen, oft der Lage und der Zahl nach verschiedenen, veränderlichen Eruptionsöffnungen. Da die locker aufgeschütteten Wände gegen das Innere des Kraters ungemein steil, ja fast senkrecht abfallen, so kann man von günstig gewählten, freilich meist etwas gefährlichen Standpunkten mehr oder minder deutlich in das Innere dieser Oeffnungen hineinsehen. Zur Zeit, als Hoffmann den Vulkan besuchte (im December 1831 und Januar 1832), waren drei thätige Oeffnungen in demselben vorhanden. Die mittlere oder Hauptmündung hatte reichlich 200 Fuß im Durchmesser, und zeigte weiter nichts Merkwürdiges; sie dampfte stets nur sanft und sehr gleichförmig, und zahlreiche hochgelbe Schwefelkrusten bekleideten die Wände ihres Schlotes. Ihr zur Seite indeß stand, näher den Wänden, eine andere etwas höher liegende, etwa nur 20 Fuß im Durchmesser haltende Oeffnung, welche eine ununterbrochene erhöhte Thätigkeit zeigte. In dieser zugleich war es, in welcher Hoffmann lange das Spiel der darin auf- und niederwogenden flüssigen Lavasäule beobachten konnte. Hier erschien die im Aufsieden befindliche Lava, welche sich zu ergießen im Begriff stand, zuerst nicht, wie eine erhitzte Einbildungskraft sie sich zu denken wohl im Stande ist, als eine brennende Masse, welche von Flammen bedeckt wird, die, früheren unvollkommenen Beschreibungen zufolge, aus dem Schlote hervorlodern,

sondern sie zeigte sich hellglänzend wie ein geschmolzenes Metall, wie das Eisen, welches aus dem Hohofen zum Gießen hervorströmt, oder wie eine im Glühfeuer liegende Glasmasse. So beschrieb sie uns auch schon Spallanzani, und so war auch das Bild von ihr, welches einst Hamilton am Vesuv gebrauchte, als er Gelegenheit hatte, die Lava 1765 ganz nahe an ihrer Quelle zu beobachten.

In dem gewöhnlichen Zustande auf- und niederwogend mochte diese glühend-flüssige Lavasäule mit ihrer Oberfläche stets wohl noch 20 bis 30 Fuß tief unter der Mündung zurückbleiben. Sie wurde offenbar in dieser Stellung durch die furchtbar erhöhte Spannung im Innern eingeschlossener, elastischer Dampfmassen getragen, und sehr deutlich war das nie aufhörende Spiel ihres von oben herabwirkenden Drucks und des hinauftreibenden Gegendruckes zu sehen, welchen die hinaufstrebenden Dampfmassen ausübten. Denn im gewöhnlichen Zustande bewegte sich die Oberfläche sehr gleichförmig und fast taktmäßig in sekundenlangen Abständen um eine nicht bedeutende Höhe auf und nieder. Man vernahm dabei gleichzeitig ein eigenthümliches Geräusch, welches wir versucht waren, mit dem Puffen zu vergleichen, das die eintretenden Luftströme an der Oeffnung von der innern Thüre eines Flammenofens veranlassen. Jedem Stoß, welcher die Lavasäule so ruckweise emporhob, folgte das deutlich und nett begränzte Austreten eines lichtweißen Dampfballens aus der Oberfläche, und sobald dieser entwischt war, sank die Lavasäule wieder nieder. So oft aber diese Dampfballen austraten, rissen sie regelmäßig einzelne rothglühende Stücke von der Oberfläche der Lava mit sich herauf, und diese tanzten, wie von unsichtbaren Kräften getrieben, über den Rand der Oeffnung gleichsam taktmäßig heraus, und machten den Anblick dieses so schön sichtbaren Spieles ungemein malerisch. Von Zeit zu Zeit aber, meist alle Viertelstunden und zuweilen selbst mehrmals kurz hinterein-

ander, ward dieser regelmäßig fortsetzende Rhythmus auf eine mehr tumultuarische Weise unterbrochen.

Man sah nämlich plötzlich, nachdem die Lavasäule einige Augenblicke lang sich stärker erhoben hatte, die darüber befindliche aufwirbelnde Dampfmasse ruckend stehen bleiben und eine schwach rückgängige Bewegung machen, gleichsam als wolle sie sich in den Krater zurückschlagen. Gleichzeitig durchzuckte uns oft schreckhaft eine mehr oder minder heftige Erzitterung des Bodens, wobei die lockeren Kraterwände oft in eine sichtbar schwankende Bewegung kamen — ein deutliches Erdbeben. Unmittelbar daran knüpfte sich ein dumpf polterndes Geräusch in der Eruptionsöffnung, und mit hell tönendem Geprassel stürzte eine große Dampfmasse hervor aus der Mündung. Sie riß gleichzeitig dann mit sich die obere Lavamasse, zu Tausenden glühender Stücke zerkleinert, aus dem Krater hervor; eine starke, davon ausgehende Erhitzung der Umgebungen schlug uns lebhaft in das Gesicht, und ein garbenförmig sich hoch ausdehnender Feuerregen stürzte prasselnd auf die Umgebungen nieder. Einige Stücke flogen bis 1200 Fuß hoch, und gingen in großen Bogen hoch über Herrn Hoffmann's und seiner Begleiter Köpfen weg. Unmittelbar darauf schien jedesmal dann die Lavasäule aus dem Krater verschwunden; sie hatte sich tiefer in das Innere des Schlotes zurückgezogen; es trat augenblickliche Ruhe ein. Doch nicht lange, so begann wieder das Glühen in der vor uns liegenden Oeffnung, die Lavasäule stieg langsam bis auf ihr altes Niveau wieder. Es begann nun von Neuem das oben geschilderte taktmäßige Spiel, und es dauerte dieß so lange, bis dann eine neue Explosion wieder den oberen Theil dieser Lavasäule herauswarf.

So zeigte sich im Wesentlichen die Reihenfolge der Haupterscheinungen in dieser Werkstätte, oft modificirt nach den jedesmaligen zufälligen Umständen, je nachdem die emportretende Lavamasse gerade dünnflüssiger oder zäher, dem obern Rande der Mündung mehr oder minder stark genähert war. Spallanzani sah selbst sogar

einmal hier eine Erscheinung, welche recht deutlich zeigt, wie nur die Kraft der Dämpfe es seyn kann, welche die eben erwähnten Bewegungen veranlaßt. Es war nämlich gerade Nacht, als er diesem Schauspiele zusah, und plötzlich verschwand beim Zusammensinken die Lava in der Tiefe des Kraters, ohne wiederzukehren. Die Gluth, welche bisher die Umgebungen erleuchtet hatte, verschwand, und statt dessen erschienen zahllose kleine Dampfsäulen an den Rändern des Vulkanes, an den Abhängen und den Seitenwänden des Kraters, die sich mit einem zischenden Geräusche, welches Spallanzani mit dem Rauschen der Blasebälge in Schmelzhütten vergleicht, in die Höhe arbeiteten. So dauerte die Erscheinung einige Minuten lang, und schon war der aus den Seitenwänden strömende Dampf dem Beobachter sehr beschwerlich, da erschien plötzlich wieder der glühende Spiegel aus der Tiefe herauf, und nun ging die Erscheinung ihren gewöhnlichen Gang. Er bemerkt sehr richtig hiebei, daß, wenn einmal zufällig die Zähigkeit auf der Oberfläche der Lava beim Niedersinken den emporstrebenden Dämpfen den Austritt erschwert, sie nun seitwärts durch die Risse in den Wänden hervordringen, und dann die Lava nicht in die Höhe zu treiben vermögen. Erst in dem Zustande größerer Erhitzung und Flüssigkeit wird sie von den Dämpfen mit heraufgerissen, und nun ist die Erscheinung wieder hergestellt.

Dieselben Erscheinungen, welche an der zweiten Vulkanmündung auf Stromboli erwähnt worden, fand Hoffmann später auch bei wiederholten Besuchen am Vesuv. Hier verhielt es sich ganz ähnlich, die Lava in dem Zuführungsgange des Centralkegels in der Mitte des Kraters wallte auf und nieder, nur die Größe der in demselben befindlichen Oeffnung war bedeutender, und die Explosionen der Dampfballen, das Umherschleudern der glühend-flüssigen Lavastücke, das Hinaufschwanken der Lavamasse im Schlote, geschahen mit größerer und oft Schrecken erregender Heftigkeit, oft Schlag auf Schlag unmittelbar nach einander. Auf Stromboli ließ sich der Zusammenhang aller hierher gehörigen

Verhältnisse ungleich deutlicher und vollständiger wahrnehmen; denn zu den oben beschriebenen Erscheinungen kam noch eine dritte Mündung, ungefähr 100 — 150 Fuß tiefer als die explodirende, hinzu, deren Lage es höchst wahrscheinlich machte, daß sie nichts weiter sey, als eine Seitenöffnung der Röhre, welche zur ersten Mündung aufstieg, und aus dieser Seitenöffnung floß dann langsam und gleichförmig, unter dem Druck der darüber auf- und abwogenden Lavasäule, ein schmaler Lavastrom an den Abhängen des gespaltenen Berges herunter. Dieses Zusammentreffen macht die erwähnte Lokalität einzig in ihrer Art für das Studium des Apparates der vulkanischen Werkstätten.

Um indeß die Verhältnisse der in Strömen ausfließenden Lava zu studiren, ist es besser, von der so sehr unbedeutenden Lavaergießung auf Stromboli, welche zur Nachtzeit wie ein rothglühender Streifen am Berge hängt, zu größeren Erscheinungen überzugehen. Wenn die Lava bei größeren Eruptionen den Krater verläßt, in welchem wir sie nur eingeschlossen betrachtet haben, so pflegt sie niemals aus dem oberen Gipfel, sondern stets an der Basis oder den Seitenwänden des neu aufgeschütteten Eruptionskegels hervorzubrechen. Je tiefer sie zugleich unter dem Niveau der im Hauptschlote auf- und niederwogenden Lavasäule hervorbricht, desto deutlicher offenbaren sich an ihren Bewegungen die Wirkungen des innern Druckes, welcher sie austreibt. So ist es gewöhnlich, daß bei großen, tief an den Seitenwänden des Vulkanes erfolgenden Ausbrüchen die erste Lavamasse mit der Heftigkeit eines feurigen Springbrunnens hervorbricht. So wird dieß von dem oft erwähnten Ausbruche des Vesuvs vom 15. Juni 1794 beschrieben; denn als dort zur Nachtzeit die erste Lavaergießung tief unten am Berge (nach meiner Messung in 1515 Fuß über dem Meere) erfolgte, sah man von den Dächern der Häuser zu Neapel deutlich die glühend-flüssige Masse in parbolischen Bogen hervorspritzen.

Hamilton bewunderte bei dem großen Ausbruche

von 1764 nicht minder das Ausspritzen einer solchen Feuerfontaine, welche kaum 1000 Schritt entfernt von ihm losbrach und ein furchtbares Donnergeräusch veranlaßte; er sah sich dabei in einem Augenblicke von einer dunkeln Wolke stinkender Dämpfe und von einem Hagel empfindlich aufprallender, kleiner, glühender Steine umgeben, wobei nur schleunige Flucht ihn retten konnte. Beispiele von ähnlichem Ausspritzen der Lava bei anderen Gelegenheiten hat Spallanzani gesammelt. Auch bei einigen minder bedeutenden Lavaergießungen am Vesuv, von welchem Hoffmann im Februar und August 1832 Zeuge war, sah ich wenigstens die zwischen den älteren Schollen im Krater hervorbrechende Lava mit sehr deutlicher Bewegung von unten nach oben in einem Bogen ununterbrochen heraustreten.

Wenn indeß die Erscheinung des ersten heftigen Hervorstoßens vorüber ist, so ordnet sich sehr bald die hervorquellende Lava zu einer ruhig und gleichförmig an den Abhängen herabfließenden Masse. Es bildet sich ein majestätischer Gluthstrom, begleitet von einem dicken, graulichweißen Dampfstreifen, welcher sich fortwährend aus ihm entwickelt und den Lauf desselben fortan auch bei Tage sichtbar macht, wenn die Gluth, von der Tageshelle übertroffen, nicht mehr von fernher sichtbar ist. Die Form und die übrigen Erscheinungen des Fortfließens dieses Stromes sind im Allgemeinen ganz denen gleich, die wir an Strömen fließenden Wassers bemerken; ein bandförmiger Streifen, der meistens immer breiter wird, je mehr er sich von seiner Quelle entfernt, theilt sich, sobald er auf irgend ein Hinderniß an der Oberfläche stößt, nicht selten in mehrere, bei großer Masse oft sehr zahlreiche Arme, die sich in der Regel bald darauf wieder zu verbinden pflegen. An den steiler geneigten Stellen der Oberfläche, bei plötzlichen Abstürzen bildet er rauschende Kataракten, und darunter wieder sich sammelnd, fließt er weiter, bis eine Vertiefung oder der verminderte Fall des Bodens seinem Fortschreiten ein Ziel setzt, und sein Ende sich nun in einen weit ausgedehnten glühenden See oder Teich

ausbreitet. Oft auch endigen, wie dieß bekanntlich beim Vesuv und beim Aetna der Fall ist, diese Ströme durch ein Ausfließen ins Meer, welches sie mehr oder minder zurückdrängen. Zur Nachtzeit und von fernher gesehen, ist es ein oft weite Strecken verfolgbares, rothglühendes Band, welches am Berge hängt und eine der prächtigsten, großartigsten Naturscenen darbietet; bei Tage dagegen sieht man nur einen hell leuchtenden Streifen weißen Dampfes herabrollen. Die erste Veränderung, welche die fließende Lava erleidet, nachdem sie das Innere des Kraters verlassen hat, ist, daß sie allmählig an Flüssigkeit verliert und auf der stark ausstrahlenden Oberfläche sehr bald den Charakter einer zähen, dickflüssigen Masse annimmt. Die Aushauchungen der Hitze, welche von ihr ausgehen, werden bald so gering, daß man sich der hell glühenden Masse in oft sehr geringer Entfernung von der Stelle ihres Austretens, wie dem Strome aus einem Schmelzofen, gefahrlos nähern, ja sie mit einem Werkzeuge berühren kann, wobei es dann üblich zu seyn pflegt, am Vesuv die von dort so bekannten Medaillen zu prägen.

Hamilton, Spallanzani, Dolomieu, Monticelli, Covelli und einige der früheren Beobachter des Vesuvs und des Aetna untersuchten, so weit es die Umstände erlaubten, die Beschaffenheit der Lava näher in diesem Zustande. Sie warfen beträchtliche Steinblöcke auf die Oberfläche der zähen Flüssigkeit, welche dabei einen dumpfen Schall, oft auch wohl einen helleren Klang von sich gaben, der dem glich, welchen zwei harte, auf einander geworfene Steine erzeugen; sie veranlaßten dabei nur einen sehr unbedeutend tiefen Eindruck, und schwammen, auf der Oberfläche getragen, mit dem Strome davon. Einige von ihnen versuchten spitzige Stäbe in die fließende Masse hineinzustoßen, doch hatte sie, unerachtet sie noch sehr flüssig schien, bereits einen solchen Härtegrad angenommen, daß dieß nur sehr unvollkommen gelang.

Das Fließen der Lava selbst geht in diesem Zustande ganz ruhig und gleichförmig und fast ohne bemerkens-

werthes Geräusch von Statten. Der einzige Ton, welchen man dabei hört, ist ein schwaches Brodeln, welches die stets sich entwickelnden Dämpfe veranlassen, hin und wieder ein schwaches Knistern, wenn die umgebenden Lavaschollen gestört oder gerückt werden, und wenn der Wind in die kleinen Dampfwirbel stößt, so klingt es wie entferntes Rauschen des Meeres. Dieses schwache Geräusch und der Anblick des ruhig fortwallenden Gluthstromes kontrastiren äußerst wunderbar und sehr schön gegen die stets fortdauernden, donnernden Explosionen, das Gekrach und Getöse in der obern Eruptionsöffnung. Etwas weiter von solcher Stelle abwärts ändert sich schon das Schauspiel sehr merklich, welches der Lavastrom darbietet. Dort hat die Zähigkeit der Masse an der Oberfläche schon in hohem Grade zugenommen, und es bedeckt sich dieselbe allmählig mit einer dunkelglühenden Schlackenkruste. Die entweichenden Dampfblasen treiben die Oberfläche derselben sanft auf, und da die erhobenen Ränder der Schlacken starr stehen bleiben, so bilden sie leicht kleine, kegelförmige Erhöhungen, welche an der Spitze eine oder mehrere Oeffnungen haben, wo sie den Dampf aushauchen. Waren dagegen die aufgeblähten Ränder der Schlacken noch etwas flüssiger, so fallen sie zusammen und bilden, vom Strome mit fortgerissen, kleine, trichterförmige Vertiefungen, welche, erstarrt, den Wirbeln gleichen, die sich an den Brückenpfeilern unserer Ströme bilden, und oft von bedeutendem Durchmesser. Immer mehr und mehr bilden sich durcheinander geschobene, spitzig aufragende, gewundene oder einsinkende Schlackenformen, welche der Oberfläche des langsam fortrückenden Stromes die Gestalt einer plötzlich in heftiger Bewegung erstarrten Wassermasse geben.

Nimmt die Schlackenkruste mehr an Festigkeit zu, so bildet sich an der Oberfläche des Stromes eine zusammenhängende Decke, unter welcher streckenweise die Lavamasse fortfließt. Wenn günstige Umstände sich vereinigen, so entsteht hier, wenn der Zufluß der Lava von oben her allmählig aufhört, oft die merkwürdige Form einer fast cylindrischen, hohlen Röhre, oder eines

gewölbartig überdeckten Kanales von mehr oder minder bedeutender Länge, durch welchen man später, wie durch den Stollen eines Bergwerkes, hindurch gehen kann. Es ist dieß unstreitig eine der auffallendsten Formen, welche bei neu entstandenen, vulkanischen Bildungen vorkommen, und es erwähnen ihrer daher auch mit mehr oder minder Auszeichnung fast alle Beobachter am Vesuv und am Aetna. Hamilton beschrieb mehrere Kanäle dieser Art, welche die Lava von 1770 gebildet hatte; noch während des Ausbruches fand er die Wände derselben von der darin Wochen lang fortströmenden Masse zum Theil vollkommen glatt und abgeschliffen; an einigen Stellen dagegen ragten Zacken der verhärteten Lava vor und viele Ritzen waren mit schönen Salzefflorescenzen bekleidet. Als Ferber im Jahr 1772 den Vesuv bestieg, fand er dort am Rande des Kraters einen geräumigen und im Innern noch sehr heißen Kanal, welchen er mit Fackeln durchfuhr, und dessen Länge er zu 90 Ellen angab. Mitten in dem Lavastrome von 1819 sah ich am Aetna eine ungemein schöne Bildung, welche das an einer Seite geschlossene Gewölbe eines solchen Ganges darstellte, der nun zur Lavagrotte geworden war. Es war ein hohler Raum von etwa 6—8 Fuß Höhe, 12 Fuß Breite und etwa 20 Fuß Tiefe, und der Anblick desselben machte einen in der That äußerst wunderbaren Anblick, denn die Wände waren von der vorübergeflossenen Lava glatt abgeschliffen und mit einer ganz dünnen Glaskruste bekleidet; von der Decke hingen bis tief hinunter, in den seltsamsten Formen, gleichfalls mit Glas überzogene, verästelte, schaumige und gewundene Schlackenauswüchse von schwarzer und braunrother Farbe, welche, dunkeln Stalaktiten gleichend, einen höchst seltsamen Anblick gewährten.

Am Vesuv sah Hoffmann einst während der Nacht vom 24. zum 25. Februar 1832 einen solchen Kanal sich allmählig unter seinen Augen bilden, und die Art seiner Bildung verdient wohl als ein Muster solcher Erscheinungen noch eine besondere Erwähnung. Aus den zur Seite glühend herabfallenden Schlackenstücken bildete

zuerst sich an beiden Seiten des stets gleichförmig fortfließenden Stromes ein förmlicher Damm, wie Deiche bei Strömen; als er stark genug geworden war, hob sich die Lava zwischen ihm muthmaßlich dadurch, daß sie am Boden durch Erkalten verhärtete Schlacken absetzte, und sehr bald floß sie nun in einem Kanal, welchen sie selbst sich gebaut hatte, höher liegend, als die beiderseitigen Umgebungen, etwa wie Gießbäche in der Schweiz, wo die von großen Steinen aufgeführten Dämme und das Flußbett oft mehrere Fuß über den umgebenden Wiesenflächen liegen. Allmählig begann die stets langsam und gleichförmig fortfließende Lava sich auch an der Oberfläche dieses Kanales ein zusammenhängendes Gewölbe zu bilden, welches sich sehr regelmäßig von den Rändern her aufbaute. Denn die sehr zackig von den Seiten nach der Mitte hin vorspringenden Schlackenstücke der Einfassungen hielten allmählig mehr und mehr von den gekräuselten Schlacken fest, welche auf der Oberfläche des Lavastromes fortschwammen; sie verschmolzen mit ihnen, kamen einander von beiden Seiten her entgegen, und zuletzt verbanden sie sich auf bedeutende Strecken hin zu einer völlig geschlossenen Wölbung einer Lavagrotte, welche ich wenige Wochen später, als die innere Masse daraus abgeflossen war, noch als hohle Röhre bestehen sah.

Dergleichen Bildungen, wie die eben beschriebene, können jedoch nur unter besonders günstigen Bedingungen stattfinden. Wenn die Neigung des Bodens, auf welchem die Lavamasse fortgleitet, nicht groß und oft wechselnd ist, und wenn die Lava sehr gleichförmig oder allmählig schwächer werdend abfließt (denn auf unebener Grundlage wird die oben sich ausbildende spröde Kruste bei jeder Aenderung ihrer Oberflächenneigung zerreißen müssen), und wenn die Lava erst schwach fließt, dann aber einmal plötzlich wieder stärker nachdrängt, so wird die Decke des neugebildeten Gewölbes zersprengt und zerstückelt werden. Solche Ungleichförmigkeiten in der Neigung des Bodens und in der Stärke des Zuflusses der Lava sind aber mehr Regel als Ausnahme. Es zeigt

sich daher auch die auf der Oberfläche eines fortfließenden Stromes sich stets fortbildende Schlackenkruste fast immer nur zerbrochen darüber fortgleitend; und wenn nun weiter nach unten sich die Masse derselben vermehrt, so wird sie von der sie tragenden Lavamasse durcheinander geschoben, und der oben noch hellglühende Strom gleicht nun unten einem unordentlichen Haufwerk übereinander gerollter, schwarzer Schlackenschollen, welche sich fortwährend bewegen, und indem sie sich stets aneinander reiben, einen ganz eigenthümlichen Klang wie aneinander gestoßene Glasscherben geben. Hin und wieder nur noch schimmert durch die Zwischenräume der Schlacken die verrätherisch darunter fortschiebende Gluth durch, und nur zuweilen macht sich die glühend-flüssige Lava, während die Hauptmasse langsam fortrückt, zwischen den Schlackenstückchen Platz, welche sie seitwärts herabwirft, und bricht hin und wieder in glühenden Seitenbändern plötzlich hellglänzend hervor, welche unversehens hier oder da hervorspritzend dem Beobachter Gefahr bringen. Viele schon abgelöste Schlackenbrocken werden auf diese Weise fest in die Lava wieder verschmolzen, und nach der Erkaltung findet man daher an der Oberfläche vieler Ströme ein ganz eigenes Konglomerat, welches ältere Lavabrocken in der Lavamasse fest eingebacken erscheinen läßt, ganz so, wie sich ähnliche Konglomerate in den Porphyren, in den Basalten, in den Dioriten und selbst im Granit zeigen, bei denen man früher oft die abweichendsten Erklärungen dieser eigenthümlichen Bildungen versucht hat.

Allein nicht auf ihrer Oberfläche bedeckt sich die Lava, wie ein im Eisgange befindlicher Strom, mit Schlackenkrusten, die sich von ihr selbst ablösen, sondern sie pflastert auch im Fortschreiten auf eine eigenthümliche und leicht zu erklärende Weise in gleicher Art den Weg, welchen sie verfolgt. Als eine im Flusse selbst zäh zusammenhaltende Masse bildet sie nämlich bei einfachem Fortschreiten über den Boden einen kleinen Bergrücken oder Damm mit sanft abschüssigen Wänden, einem Walle oder einer Deichmasse vergleich-

bar. Oft ragt sie daher, bei kleineren Strömen meist nur 10—12 Fuß, zuweilen bei starken Anhäufungen wohl 40—50 Fuß, ja, wie es unter andern mit dem Strome von Skaptar Jökul 1783 der Fall war, selbst 90—100 Fuß hoch über ihre Umgebungen hervor. Wenn nun aber diese glühende und mit Schlacken bedeckte Mauer sich fortbewegt, so schreitet der Fluß in ihren obersten Theilen am geschwindesten vor. Die schwere Masse hat in ihren unteren Theilen nicht nur ihren eigenen Druck, sondern doch auch noch den Widerstand, welcher durch die Unebenheiten der Grundlage erzeugt wird, zu beseitigen, und wird daher dort immer etwas zurückgehalten. Es gleiten so die oberen Theile der Lava stets langsam über die unteren hin, und die Schlackenkrusten fallen daher am vordern Ende und von den Seiten beständig an dem Abhange des Hügels hinunter. Es entsteht mithin, außer der im Ganzen einfach fortschreitenden Bewegung der Lava an ihren Enden, noch eine wälzende, bei welcher sie fortwährend in sich selbst zurückzurollen scheint. Wohin also auch die Lava sich bewegen mag, so werden stets vor ihr herfallend ihre Schlackenstücke den Weg bedecken, welchen sie einschlägt; sie gleiten, an der zähflüssigen Masse klebend, hinunter und werden mit den sich fortwälzenden Wellen unter sie auf den Boden gezogen.

Wir finden daher auch nach der Erkaltung, und dieß ist wichtig für die Beurtheilung alter Lavaströme, den Strom nicht nur an seiner Oberfläche von einer seltsam durcheinander gekräuselten Schlackenrinde bedeckt, sondern auch auf einer ähnlichen, stets mit ihm verschmolzenen Schlackenkruste gelagert; eine Erscheinung, welche von vielen Beobachtern beschrieben worden ist. Wenn übrigens die Lava bei ihrem Fortschreiten auf Hindernisse stößt, so überwindet sie dieselben oder weicht ihnen zum Theil auf eine sehr eigenthümliche und besonders noch hervorzuhebende Weise aus. Thalgründe füllt sie aus und richtet sich dann in ihrem Fortschreiten nach den Verhältnissen ihres Abhanges. Stößt sie dagegen

auf einen hervorragenden Gegenstand, welcher sie nöthigt, ihre Richtung zu ändern, so geschieht dieß bei einer zähen und schweren Masse nur sehr langsam und schwierig. Sie hat den Druck ihrer ganzen nachdringenden Masse an dem gehemmten Ende zu überwinden, und thürmt sich daher gewöhnlich, bevor sie seitwärts abfließt, an solchen Stellen erst zu beträchtlicher Höhe und Mächtigkeit auf, so daß es fast hier das Ansehen gewinnen kann, als flösse sie eine Zeit lang bergan. Dieses Anschwellen geht aber gewöhnlich so langsam von Statten, daß man sehr oft noch im Stande ist, die drohende Gefahr abzuwenden, welche dem Ueberschreiten der letzten Schranken nachfolgen würde, an welchen die Lava stockt, bevor sie sich überstürzen oder wegdrücken kann, was ihr entgegensteht.

Ein sehr merkwürdiges Beispiel von diesem Verhältnisse sah man im Jahr 1669 am Aetna. Der große Lavastrom, aus dem eben gebildeten Monte rosso hervorbrechend, erreichte nach wenigen Tagen, nachdem er einen Weg von etwa 3½ deutschen Meilen zurückgelegt hatte, die alten, festen Mauern von Catania. Sie waren von Quadern erbaut und fast 50 Fuß hoch. Die Lava thürmte sich daher an denselben langsam auf und drohete endlich, über die Mauern in die Stadt einzubrechen. In dieser höchsten Noth griff man daher zur Abwendung der Gefahr zu einem verzweifelten und einige Zeit hindurch wirksamen Mittel. Man kleidete 40 starke Männer in nasse Felle und ließ sie mit Hacken und Hämmern seitwärts Löcher in die Schlackenkruste des sich aufblähenden Lavastromes einbrechen. So gelang es nun auch, einige Zeit lang die glühende Masse längs der Mauer hinab dem Meere zu fortzuleiten, doch machte sie sich endlich nun selbst Bahn, überstieg an einer noch jetzt sichtbaren Stelle die Mauer und brach in die unglückliche Stadt ein.

Ganz etwas Aehnliches erzählt Hamilton von einem Lavastrome, welcher 1794 am Vesuv gegen Portici herabfloß. Damals ließ der Vicekönig einige tausend Menschen in Eile einen tiefen Graben um den Ort ziehen,

und es gelang, durch denselben den Strom seitwärts abzulenken; es ward darauf von ihm ein Vorschlag gegründet, auf gleiche Weise das Schloß von Portici mit seinen kostbaren Sammlungen von Alterthümern für immer vor den zerstörenden Lavaströmen zu sichern.

Ganz auf dieselbe Erscheinung gründet sich übrigens eine von vielen Naturforschern an der Lava gemachte Bemerkung. Wenn nämlich Lavaströme in Thalgründe herabfließen, so pflegen sie gewöhnlich an den Ecken derselben, wo sie plötzlich ihre Richtung ändern, mehr oder minder plumpe Berge zu bilden, welche gewöhnlich dann nur durch dünne Lavastreifen mit einander verbunden werden. Die in den Thälern fließenden Wasser vernichten mit der Zeit diese verbindenden Theile, und nun stehen dann scheinbar völlig isolirte, große Lavahügel in den Thälern, deren Auftreten man oft gar nicht zu erklären im Stande war. So etwas zeigt sich sehr schön im südlichen Frankreich, in den Thälern von Antraigues, Monpèzat, wo Lavaströme in vorhistorischen Zeiten zuweilen selbst 2 bis 3 geographische Meilen lang in Granitthäler herabgeflossen sind.

Noch eine andere hierher gehörige Erscheinung hat ferner nicht selten die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich gezogen. Es ist eine öfter gemachte Erfahrung, daß die Lava, wenn sie sich senkrecht entgegenstehenden Wänden, Mauern von Gebäuden nähert, unmittelbar vor denselben stehen bleibt und sie unversehrt läßt, indem selbst ein mehrere Zoll breiter Raum zwischen denselben und der Fläche des vorrückenden Lavastromes leer bleibt. So etwas ereignete sich 1669, als die Lava bis zu den hoch aufgemauerten Fundamenten des Benediktinerconvents von Catania vordrang, und das Volk hielt dieß Ereigniß für ein augenscheinliches Wunder. Doch erklärt sich dieß Verhältniß sehr leicht durch den Widerstand, welchen die aus der Oberfläche der langsam fortrückenden Lava fortwährend sich entwickelnden Wasserdämpfe ausüben; sie werden hier heftig erhitzt, zuletzt in einer engen Spalte ausgetrieben, und da sie nun nur nach oben entweichen können, so erhöht sich ihre Spann=

kraft sehr bedeutend und kann selbst die vorrückende Lava zurückhalten. Oft auch fällt dann ein solcher Zwischenraum von oben herab voll kleiner, lockerer Schlackenstückchen, welche die Lava zurückdrängen, und es erweitert sich auch noch, wenn man später sich nähern und untersuchen kann, diese Spalte durch das Zusammenziehen der erkaltenden Masse. Sehr schön sieht man dieß ganze Verhältniß gegenwärtig noch an den frisch losgeschälten und ganz unversehrt gebliebenen Fundamenten des Kastells von Catania, welches der Strom von 1669, seine mit Meerwasser erfüllten Gräben ausfüllend, ringsum einschloß.

Fließt die Lava über ein angebautes Land, so zerstört sie begreiflich die Vegetationsdecke. Das von ihrer Annäherung bereits gedörrte Gras und die leichteren Kräuter schieben dann oft die voranrollenden Schlacken vor sich her, und kommen dieselben dann einmal mit einem glühenden Theile der Masse in Berührung, so blitzen sie in hellen Flammen auf, welche von fernher gesehen und dann nicht selten für aus der Lavamasse selbst ausgehende Flammen mit Unrecht gehalten werden. Ganz ähnlich ist die Erscheinung, welche sich bei der Berührung der Lava mit Bäumen ereignet; L. v. Buch und Breislack haben eine sehr anschauliche Vorstellung hiervon gegeben. Berührt die Lava starke Baumstämme nur von einer Seite, so kann es geschehen, daß sie dort nur angekohlt werden und an der andern Seite, grün bleibend, fortwachsen; trifft sie dagegen den Baum in der Mitte und umhüllt ihn, so ergreift gewöhnlich sogleich die Flamme die über den Strom hervorragenden Zweige und Wipfel und blitzt, sie einäschernd, hoch empor. Aber der untere Theil des Stammes, welcher umhüllt wird, wird dadurch häufig auch sogleich von der äußern Luft ausgeschlossen und kann nicht verbrennen. Er verkohlt also meist nur an seinen Rändern und trocknet in der Mitte zusammen, und man findet daher wohl leicht Kohle und gebräuntes, trocknes Holz in dem Innern der Lava unversehrt eingeschlossen. Wenn diese Ströme dann, wie sehr oft später, durch die ein=

dringende Feuchtigkeit zerstört werden, so erhält die Lava eine Menge cylindrischer Löcher, welche genaue Abdrücke von Baumstämmen darstellen.

Sehr schön sieht man unter andern diese Erscheinung an einigen Lavaströmen, welche die Waldregion an dem Aetna durchbrochen und starke Eichen umhüllt haben. Viel vollkommener und eigenthümlicher aber noch hat sich dieses Verhältniß einmal unter begünstigenden Umständen auf der Insel Bourbon nachweisen lassen. Dort hatte ein Ausbruch jenes sehr thätigen Vulkanes einen großen, breiten Lavastrom gebildet, der sich über eine Pflanzung von Palmen ergoß. Diese Lava war sehr dünnflüssig, und während nun die oberen Theile der Palmbäume verbrannten, umhüllte sie nicht nur die unteren, sondern sie drang auch dünnflüssig in die von der Vertheilung der Faserbündel abhängigen Zwischenräume ein, und bildete so nach dem Erkalten von denselben ein Skelet, das man füglich im Rohen mit der Versteinerungsweise vergleichen konnte, welche die Vegetabilien auf wässrigem Wege erleiden, indem sich eine mit Mineraltheilen beladene Lösung zwischen ihre Fasern drängt, ihre Bestandtheile absetzt, und nun, wenn die vegetabilischen Theile zerstört werden, in der Form derselben stehen bleibt. Stücke dieser merkwürdigen Lava, welche Palmenholz einschließt und durch ihre Formen seine Struktur nachahmt, sind in den Sammlungen nicht ungewöhnlich, und außerdem, daß sie schon für sich merkwürdig erscheinen, werden sie noch besonders lehrreich für daraus hervorgehende, in der Geognosie einflußreiche Folgerungen. Es kommt nämlich nicht selten bei den Basalten vor, daß sie brennbare Substanzen, namentlich Braunkohlen einhüllen oder sie berühren, ohne sie zu verzehren oder mehr als nur etwas verändert zu haben, und ganz dasselbe ereignet sich auch noch bei den Porphyren in Beziehung auf die so oft in ihrer Nähe vorkommenden Steinkohlen. Man hat sich nun aber dieser Thatsache früher als eines in den Augen Vieler entscheidenden Beweises zu bedienen versucht, daß solche Gebirgsarten nicht auf vulkanischem Wege können ent-

standen seyn, und wir lernen daher an vor unsern Augen sich ereignenden Beispielen jetzt den Ungrund dieser Voraussetzungen einsehen.

Fließt die Lava über einen sumpfigen, feuchten Boden, so veranlaßt die plötzlich entstehende Verdampfung und Zersetzung des Wassers in demselben in ihr eine Aufregung, welche oft auf Augenblicke ihr Fortschreiten zu hemmen im Stande ist. Die Wasserdämpfe steigen mit großem Geräusch durch die flüssige Masse auf; sie zerreißen die Schlackenkruste und werfen sie, die Lava nachspritzend, unordentlich umher. Ein Theil der Wasserdämpfe wird in seine Bestandtheile zerlegt und Explosionen von Wasserstoffgas, verbunden mit Sauerstoffgas, erfolgen. So hört man oft in der Lava beim Fortfließen einen kanonenschußähnlichen Knall, und man sieht darauf Flammen aus ihr hervorsteigen. In noch stärkerem Grade aber treten diese Erscheinungen ein, sobald die Lava das Meer erreicht.

Man pflegt sich gewöhnlich das Ergießen eines Lavastromes ins Meer als ein mit schauervollen und gewaltsamen Scenen verbundenes Ereigniß zu denken, als einen Kampf der feindseligen Elemente in ihrem großartigsten Maßstabe. In der That sind auch die älteren Beschreibungen solcher Vorfälle am Aetna, welche Brydone zusammengestellt hat, wohl geeignet, schauerliche Vorstellungen zu erwecken. Heftiges Aufzischen des Meeres, welches rings umher in anhaltendes Sieden versetzt wird, weit hinausgehende Trübung des Meerwassers und Tödtung der Fische weit umher, sind die Grundzüge eines solchen Gemäldes. Diese Erscheinungen sind auch gelegentlich in neueren Zeiten am Vesuv wieder gesehen worden, indeß sind sie bei weitem nicht so gewaltsam und großartig, wie die phantastischen Bilder der älteren Beobachter könnten glauben lassen. Denn wie auch schon P. Scrope bemerkt, wird, sobald die Lava ins Meer tritt, zunächst nur die unmittelbar mit ihr in Berührung tretende Wassermasse mit Zischen in Dämpfe verwandelt; allein durch die bei dieser Dampfentwicklung beförderte Erkaltung erhält die Oberfläche

der Lava sogleich eine starke, feste Kruste, und durch dieselbe wird sogleich aller Kontakt zwischen der glühend-flüssigen Masse und dem Wasser völlig aufgehoben. Stets vom Lande hergedrängt, treibt sie zusammenhängend das Wasser vor sich her, und wo sie reißt, entwickeln sich die Wasserdämpfe mit solcher Heftigkeit, daß dem Wasser der Eintritt in das Innere dieser Spalten verwehrt wird.

Besonders vollständig und klar waren die Beobachtungen eines solchen Ereignisses, welche 1794 von Breislack an dem Lavastrome bei Torre del Greco angestellt wurden. Sein Eintritt ins Meer ging überaus ruhig von statten und glich im Entferntesten nicht den tumultuarischen Scenen, welche am Ausbruchsorte dieses Stromes stattfanden; Breislack beobachtete das Fortschreiten der Lava im Meere während der Nacht vom 15. auf den 16. Juni auf einer Barke ganz in der Nähe, ohne beunruhigt zu werden; sie drängte das Meer dabei um 360 Fuß weit von seiner früheren Küste zurück, und bildete einen gegen 1100 Fuß breiten Damm, welcher gegen 15 Fuß hoch über dem Wasser hervorragte. Eilf Jahre später beobachtete L. v. Buch 1805 dieselbe Erscheinung in kleinerem Maßstabe, denn die Lava rückte etwa nur um 50 Fuß in das Meer ein, und ragte über dem Wasserspiegel nur um 5 Fuß hervor. In den älteren Perioden muß dieses Verhältniß am Vesuv ungemein häufig vorgekommen seyn, denn der Strand gegen das Meer ist von Portici bis Torre dell' Annunziata reich an Lavavorgebirgen, welche die oft weit ins Meer geflossenen Laваströme seyn müssen.

Auch an dem Aetna zeigt sich das gleiche Verhältniß an seiner Ostseite; denn dort ist der Strand von Cap Schiso bei Taormina bis nach Catania hin, auf eine Erstreckung von 8 geographischen Meilen, nur zuweilen durch aufgeschwemmtes Vorland von dem Meere getrennte, ununterbrochene Lavamasse. An einigen Stellen sieht man mehrere übereinander her geflossene Ströme steile Vorgebirge bilden, wie z. B. bei Aci, wo die Lavaküste, hart an dem Meere steil abfallend, gegen 400

Fuß hoch ist. Ganz besonders aber ist die Gestalt dieser Küste noch bis in neuen Zeiten durch die Arbeiten des Vulkanes steten Veränderungen an ihrem Südende in den Umgebungen von Catania ausgesetzt gewesen. Hier bildet sich eine Stunde nördlich der Stadt durch zwei in historischen Zeiten ins Meer geflossene Lavaströme der noch gegenwärtig brauchbare Hafen von l'Ognina, als eine tiefe, geschützte Meeresbucht; auch Catania hatte in früheren Zeiten durch einen gleich einem Molo ins Meer fließenden Strom einen sicheren Hafen erhalten, den indeß eine spätere Lavaergießung wieder ausfüllte. Das letzte dieser Ereignisse aber fiel im Jahre 1669 vor, als die Lava fast in der ganzen Breite der Stadt in das Meer floß, das Kastell, welches damals eine Insel im Meere war, mit dem Festlande verband, und auf der Südseite der Stadt so weit vorrückte, daß sehr leicht wieder ein schöner Molo daraus hätte entstehen können, wäre die Lava nur noch einige hundert Schritt weiter vorwärts gedrungen. Auch auf Island ist die Gestaltung der Meeresküste vielfach durch Lavaergießungen verändert worden. Bei dem großen Ausbruche, welcher im Jahre 1730 auf der Insel Lanzerote erfolgte, floß die Lavamasse gleichfalls ins Meer.

Ueber die Geschwindigkeit, mit welcher sich die im Fluß befindliche Lavamasse fortbewegt, besitzen wir eine große Zahl von Beobachtungen. Es ist indeß sehr begreiflich, daß dieselben in ihren Angaben ungemein von einander abweichen müssen; denn diese Eigenschaft ist, wie schon Breislack bemerkt, wesentlich von drei oft sehr verschiedenartig einwirkenden Hauptursachen abhängig; von dem Grade der Dünnflüssigkeit der Lava, welcher mit der Entfernung von dem Ausbruchsorte bedeutend abnimmt, von der Neigung des Bodens, auf welchem die Lavamasse fortfließt, und von der Stärke des Nachdringens durch den vom Krater her erneuerten Zufluß. Nach den Verschiedenheiten, welche in jeder dieser drei Grundbedingungen vorkommen können, wird daher der Erfolg auch sehr abweichend aus-

fallen. D'Aubuisson, der sich bemüht hat, aus den hierüber vorhandenen Angaben ein Mittel zu ziehen, fand, daß die Lavaströme am Aetna schon schnell können genannt werden, wenn sie in einer Stunde 1200 Fuß Länge zurücklegen, die des Vesuvs aber fließen in der Regel viel langsamer. Doch gibt es übrigens von dieser Angabe nach beiden Extremen hin viele bemerkenswerthe Ausnahmen.

Beispiele von sehr schnell fließenden Lavaströmen am Vesuv haben Hamilton und später L. v. Buch beobachtet. Der Erstere sah 1767 einen Lavastrom, der gegen Portici hinfloß, in noch nicht 2 Stunden Zeit 1200 Ruthen zurücklegen, unerachtet er an seinem Fuße fast 800 Ruthen breit war; 1776 aber soll die Lava bei ihrem Entweichen aus dem Krater in den ersten vierzehn Minuten 600 Ruthen zurückgelegt haben, später dagegen floß dieselbe so langsam, daß sie an ihrem äußersten Ende, welches Hamilton beobachtete, nur noch etwa 30 Fuß in dem Zeitraume einer Stunde zurücklegte. Eine sehr schnelle Lava war die so oft erwähnte von 1794, denn sie floß von ihrem Ausbruchsorte bis zum Meere nur 6 Stunden, um in dieser Zeit eine Strecke von 19000 Fuß zurückzulegen. Eine der schnellsten unter den beschriebenen war die Lava, welche den 15. August 1804 an der Südseite des Vesuvs hervorbrach. Sie stürzte, wie L. v. Buch sich ausdrückt, an dem Abhange mit der Schnelligkeit des Windes herab, und schon in wenigen Minuten erreichte sie die Weingärten. Melograni versichert, daß sie in den ersten 4 Minuten einen Raum von 3/4 Meilen zurückgelegt habe, und es muß dieß um so mehr noch hervorgehoben werden, da der Boden, auf dem sie floß, nur eine geringe Neigung besaß. Späterhin floß sie langsamer, doch hatte sie schon 3 Stunden, nachdem sie zuerst bemerkt worden war, die große Straße jenseits Torre del Greco überschritten, und 2 Stunden später ergoß sie sich in das Meer. Doch es scheint dieß noch keineswegs das Maximum der am Vesuv beobachteten Schnelligkeit von Lavaströmen gewesen zu

seyn, denn Galiani berichtet, daß einst eine aus dem Gipfelkrater hervorquellende Lava, vom 17. September 1631, die im Meere drei ansehnliche Vorgebirge bildete, diesen Weg in drei Stunden zurücklegte. — Dagegen haben wir auch freilich wieder Beweise von außerordentlicher Langsamkeit der in Bewegung befindlichen Lava. P. Scrope sah einen Strom an dem Abhange des Aetna, der sich seit 9 Monaten immer noch flüssig erhielt, und in 24 Stunden etwa 5 Fuß weit vorrückte; das Maximum ist in dieser Hinsicht wohl eine durch Dolomieu wieder hervorgehobene Erfahrung Borelli's, welcher angibt, daß eine Lava 1614 am Fuße des Aetna hervorbrach, noch 10 Jahre lang sich in Bewegung erhielt, und in dieser Zeit nur überhaupt eine Länge von ½ Meile erreichte.

Noch bleibt ein interessantes Verhältniß an der im Fließen befindlichen Lava zu betrachten übrig, nämlich die Größe der Wärme derselben; sowohl innerhalb der Wände des vulkanischen Herdes, als auch nach ihrem Ausflusse. Diese Eigenschaft der Lava zu kennen, ist nicht nur wichtig für die Beurtheilung der Stärke des Schmelzprocesses, welcher im Innern der Erde stattfindet, sondern mehr noch, um daraus auf die Art der Entstehung des Zustandes schließen zu können, in welchem wir die Lava nach ihrer Erhärtung versetzt finden. Deßhalb haben auch alle Beobachter vulkanischer Erscheinungen diesem Gegenstande von jeher eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet, und es sind, merkwürdig genug, einige unter ihnen darüber aus Gründen, deren Werth uns erst später einleuchten wird, zu ganz wunderbar verschiedenen Resultaten gekommen. Die Einen, unter welchen wir nur von älteren Beobachtern Dolomieu, von neueren aber Poulet Scrope nennen wollen, haben behauptet, die Hitze der fließenden Lava könne nicht groß seyn, ja sie erreiche selbst muthmaßlich noch lange nicht den höchsten Grad künstlicher Hitze, welche wir in Schmelzöfen hervorzubringen im Stande sind, es sey die Lava nur als eine Art von erhitztem, dünnflüssigem Brei anzusehen, etwa wie eine

mit Wasser innig durchdrungene Thonmasse, welche dadurch einen gewissen Grad zähiger Flüssigkeit erlangt, dessen übrigens mehr oder minder klein zerriebene Theilchen von der Hitze nicht angegriffen würden. Die Andern dagegen, unter welchen wir vorzugsweise Spallanzani, Breislack, L. v. Buch und A. v. Humboldt nennen, sehen die Hitze der Lava als mindestens dem höchsten Grade derselben gleich an, welche wir hervorzubringen im Stande sind. Sie betrachten die Lava ausdrücklich als eine vollkommen geschmolzene Substanz, wie die geschmolzenen Metalle und Gläser, die erst nach dem Erkalten fest wird, nicht aber aus festen Partikeln besteht, welche nur während des Fließens übereinander weggleiten.

Diese so oft von Neuem wieder angeregte Streitfrage entscheiden zu können, würden begreiflich direkt an der Lava auszuführende Versuche über die Größe ihrer Hitze, während sie sich im Flusse befindet, nöthig werden, auch besitzen wir ja bekanntlich Instrumente, welche geeignet sind, hohe Hitzegrade zu messen, in den sogenannten Pyrometern, und die Anwendung derselben bei der Lava ist deßhalb auch bereits früh von Spallanzani in Vorschlag gebracht worden. Indeß hat noch Niemand diesen Vorschlag bis jetzt in Ausführung zu bringen vermocht, da die Anstellung solcher Versuche in der Nähe der Eruptionsöffnungen und an den Rändern fließender Ströme zu vielen und bisher unüberwindlich gefundenen Schwierigkeiten unterworfen ist. Wir müssen daher gegenwärtig unsere Ansichten über die Wärme der Lava nur von Verhältnissen hernehmen, welche die Natur selbst bisweilen zufällig herbeiführt.

Unter den bis jetzt angeführten Eigenschaften der Lava, welche wir kennen gelernt haben, spricht der hohe Grad von Flüssigkeit in vielen Fällen dafür, daß sich dieselbe beim Austreten im Zustande wahrer Schmelzung befinde. Eine so schwere und schwer schmelzbare Masse, als die Lava, muß unstreitig vollkommen geschmolzen seyn, wenn sie im Stande ist, bei ihrem Austreten parabolisch in Strahlen auszuspritzen, und wenn sie mit einer Schnel-

ligkeit wie der Strom von 1804 am Vesuv noch 4 — 5000 Fuß weit entfernt sich zu bewegen vermag. Die Beobachtung vielfältig langsamen Fließens, welches durch äußere Nebenumstände erzeugt wird, hebt diese Thatsache nicht auf, und die Aussagen vieler Beobachter stimmen darin überein, daß sich die Lava beim Austreten oft in einem Zustande so vollkommner Flüssigkeit befinde, daß man sie nur mit dem Wasser eines rauschenden Bergstromes vergleichen könne. Noch vielmehr indeß zeigt sich die Hitze der Lava, wenn sie mit Körpern, die nur durch große Wärme eine Veränderung erleiden, in Berührung tritt.

Es ist eine schon mehrfach beobachtete Thatsache, daß große Lavaströme, wenn sie in ihrem Laufe kleinere Hervorragungen des Bodens antreffen, diese durch Wegschmelzen entfernen. Vom Aetna berichtet Fazello, daß ein Lavastrom 1536 einen Haufen von Steinblöcken zerschmolzen habe, welcher sich in einem kleinen Seebecken vorfand, das die Lava erreichte; Hamilton berichtet nach den Beobachtungen von Graf Winchelsea eine ähnliche schmelzende Wirkung von der Lava des Aetna 1669. Soularie sah im südlichen Frankreich zwei übereinandergeflossene Lavaströme, von denen der obere deutlich die Wirkung des Schmelzens auf den untern ausgeübt hatte. Besonders reich an bedeutenden Schmelzungen soll die Lavaergießung von 1783 auf Island gewesen seyn; äußerst sprechend und deutlich aber ist eine Beobachtung hierher gehöriger Erscheinungen, welche Bottis zu Neapel bei einem Ausbruche des Vesuvs von 1779 anstellte. Er fand dort bei einem Besuche auf dem Berge, während die Lava noch floß, eine Stelle, wo sich in der Kruste derselben ein trichterförmiges Loch gebildet hatte, und auf dem Boden dieses Trichters war die Lava fortwährend in brodelnder Bewegung begriffen. Sie verursachte dabei ein murmelndes Geräusch, dem vollkommen ähnlich, was man hört, wenn eine fette Flüssigkeit gekocht wird, und wenn er die umherliegenden Schlackenstücke hineinwarf, so wurden sie schnell glühend und schmolzen wie

Pech zusammen. Spallanzani, welcher diese Beobachtungen mittheilt, fügt hinzu, daß er, um solche Lavaschlacken im künstlichen Feuer zu schmelzen, in einem Reverberirofen eine Hitze habe anwenden müssen, welche völlig so groß war, als nöthig gewesen wäre, um Eisen zu schmelzen, und doch war die Stelle, an welcher Bottis die Lava hier schmolz, schon beträchtlich von dem Orte ihres Auftretens entfernt, und daher schon merklich abgekühlt.

Nicht minder werden diese Beobachtungen über die Hitze der Lava durch die Schmelzungen und Umänderungen bestätigt, welche andere Gegenstände erlitten, die zufällig mit der Lava in Berührung traten. Serac (bei Spallanzani) erzählt, daß die Lava von 1737, als sie in das Karmeliterkloster bei Torre del Greco einbrach, die gläsernen Trinkgeschirre, die im Refektorium auf dem Tische standen, zerschmolz und sie in eine unförmliche Masse verwandelte, ja 1767 soll sie sogar in einigen Häusern Gläser geschmolzen haben, die in einer Höhe standen, welche die Feuerfluth nicht erreichte, und dieß würde dann allerdings einen sehr hohen Hitzegrad erweisen. Zuweilen gelang es auch, wie Cassano 1737 versuchte, Stücke Glas an der Oberfläche der frei fließenden Lava vor seinen Augen schmelzen zu sehen, mir selbst aber wollte dieser Versuch im Jahre 1832 am Vesuv nicht gelingen.

Ganz besonders interessant waren in dieser Beziehung die Beobachtungen, welche man über die Wirkungen der Lava von 1794 machte, als man nach der Zerstörung von Torre del Greco den festen Lavagrund wieder aufbrach, theils um Kostbarkeiten zu retten, die sich noch erhalten haben möchten, theils um die Fundamente zu der neuen Stadt aufzuführen, welche schon nach einem Jahre auf der alten Stelle erbaut wurde. Man fand dabei wesentlich folgende hauptsächlichsten Veränderungen.

Kalksteinstücke, welche in die Lava gefallen waren, hatten ihre Kohlensäure behalten und waren nur sandigkörnig (mehlig, wie manche schlechtere Marmore)

geworden, eine Beobachtung, welche sich unmittelbar an die früher erwähnten Kalkstein- und Marmorfragmente unter den Konglomeraten des Monte Somma anschließt. Feuersteine waren in demselben Zustande muthmaßlich durch viele erhaltene feine Risse undurchsichtig geworden und an der Oberfläche, an scharfen Kanten, waren sie deutlich angeschmolzen. Die Hitze der Lava, schien es, war also hinreichend gewesen, die Kieselerde zu schmelzen. Das Glas der Fensterscheiben war in eine milchicht-durchscheinende, steinige Masse verwandelt, von welcher wir später noch sprechen werden; indeß ungleich merkwürdiger und eigenthümlicher noch waren die Veränderungen an metallischen Substanzen.

Geschmiedetes Eisen hatte durch die Berührung mit der Lava sich aufgebläht, und nahm wohl das Drei- und Vierfache seines früheren Volumens ein, ja es hatte dabei seine Dehnbarkeit verloren und bildete in seinem Innern oktaedrische Krystalle, Körner und Blätter, wie es dieß sonst nur unter begünstigenden Umständen thut, wenn es lange hindurch der Hohofenhitze ausgesetzt war und in vollem Flusse erhalten wurde. Zuweilen fand man sogar die Oberfläche von größeren Eisenstangen vererzt und in fein krystallisirtes Magneteisen und in Eisenglanz verwandelt, auch Schwefelkies schien vorhanden gewesen zu seyn.

Kupfermünzen hatten ihr metallisches Ansehen verloren und waren in strahliges Rothkupfererz verwandelt worden; Goldmünzen hatten ihren Kupfergehalt auf der Oberfläche als einen dunkeln Ueberzug ausgesondert, und in Reliquienkästchen, welche zusammengeschmolzen waren, fand man in den durch Aufblähen entstandenen Blasenräumen oktaedrische Krystalle von glänzend reinem Silber, welche durch Verflüchtigung und Sublimation mußten entstanden seyn. Kupfer- und Silbermünzen waren zusammengeschmolzen, und Blei hatte sich theils in Glätte, theils in deutlich krystallisirten Bleiglanz verwandelt.

Messing und Glockenmetall verhielten sich

gleichfalls sehr eigenthümlich; sie waren geschmolzen und in ihre Hauptbestandtheile, Zink und Kupfer, zerlegt worden; ersteres erschien krystallisirt, theils metallisch, theils als Rothkupfererz, letzteres ebenfalls theils metallisch, theils als Blende in zierlichen Krystallen. Es ist dieß mithin ein Schatz von Beobachtungen und Erfahrungen, welchen wir schwerlich irgend etwas Anderes an die Seite zu setzen vermögen. Parrot hat sich durch dieselben bewogen gefunden, die Temperatur dieser Lava reichlich auf dem Schmelzpunkte des Silbers anzunehmen, welcher nach Chaptal bei einer Temperatur von 1322° R. eintritt. Wir glauben indeß nicht von der Wahrheit entfernt zu bleiben, wenn wir statt dessen den Schmelzpunkt des Eisens annehmen, welcher sich bei 6060° R. befindet, und doch war diese Lava, bevor sie jene Wirkungen ausübte, schon fast 3/4 Meilen geflossen, und mußte sehr viel Wärme, theils durch Mittheilung an die benachbarten Körper, theils durch die stets aus ihr sich entwickelnden Dämpfe verloren haben. Wir dürfen daher wohl mit J. Hall glauben, daß die Hitze, welche Vulkane zu erzeugen im Stande sind, viel größer sey, als nöthig wäre, um die Steinmassen der Laven zu schmelzen, und daß sie mithin Alles übertrifft, was wir von künstlicher Hitze hervorzurufen im Stande sind.

Ein anderer Umstand, welcher dazu beiträgt, eine Vorstellung von der sehr starken Hitze der Lava zu erzeugen, darf hier nicht übergangen werden: es ist die Langsamkeit der Erkaltung derselben nach ihrem Ausflusse. Daß die Lava auf ihrer Oberfläche, wahrscheinlich durch Mitwirkung der aus ihr entweichenden Dämpfe, ungemein schnell erkaltet, ist eine bereits oben umständlicher vorgetragene Thatsache, und es gründet sich darauf der Umstand, daß es möglich ist, von Schlackenscholle zu Scholle schreitend, quer über einen Lavastrom zu gehen, während er noch im Fortfließen befindlich ist. Diese merkwürdige und oft bezweifelte Erfahrung ist in der That nicht selten gemacht worden. Aelterer Bei-

spiele nicht zu gedenken, will ich nur erwähnen, daß einst Hamilton selbst in diesen Fall kam. Bei der Eruption von 1779 hatte er sich dem Lavastrome sehr genähert, als sich plötzlich der Wind drehte, und ihm die unerträglichste Hitze und den erstickenden Dampf ins Gesicht wehte. An ein Zurückweichen war der Lokalität wegen kaum zu denken, und es zeigte daher der Führer, daß es nicht schwer sey, über den Strom selbst zu wandern. Er war etwa 60 Fuß breit und kaum 1000 Schritt von dem Ausbruchsorte entfernt. Man ging hinüber, ohne mehr als eine sehr empfindliche Hitze an den Füßen zu empfinden und ohne Einsenkungen zu veranlassen; auch gleitete der Strom hier so langsam fort, daß man nicht befürchten durfte, das Gleichgewicht zu verlieren. Hamilton empfiehlt daher dieses Mittel als eine Zuflucht in der Noth, wenn man sich etwa unerwartet, wie schon öfter geschehen, auf einer Insel abgeschnitten zwischen zwei Armen eines Stromes befinden sollte. Ganz dasselbe versuchten Tausende von Menschen bei der Zerstörung von Torre del Greco 1794; sie kehrten nämlich zwölf Stunden nach dem Einbruche der Lava, während sich dieselbe noch fortbewegte, über die Schlackenschollen nach ihren verlassenen Häusern zurück, um wo möglich noch zu retten, was das Feuer verschont hatte, und auf diese Weise war es möglich, mehrere Personen aus einem von Lava umflossenen Kloster zu retten, welche lange vergeblich um Hülfe gefleht hatten. So überschritt auch 1818 Clarke einen Lavastrom unter ganz ähnlichen Verhältnissen wie Hamilton, doch noch näher an seiner Mündung, wobei sich einer seiner Führer bedeutend verbrannte.

Es erkaltet nicht nur die Lava an ihrer Oberfläche sehr schnell, sondern ihre erkalteten Krusten sind auch überaus schlechte Wärmeleiter, sie können daher auch dem Innern der Masse des Stromes, den sie bedecken, nur sehr langsam die Wärme entziehen, um ihn erstarren zu lassen; eben so wenig erfolgt die Ableitung der Wärme durch Entziehung gegen den Boden, der,

wie wir gesehen haben, aus Schlacken gebildet wird. Nichtsdestoweniger aber gehört doch ein sehr bedeutender Hitzegrad dazu, um die Wärme im Innern des Stromes Monate, ja Jahre lang in solchem Maße zurückzuhalten, daß sie fortwährend glühend oder gar flüssig bleibt. So erzählt Spallanzani vom Aetna, als er 1788 den Gipfel bestieg, er am Fuße des Kegels einen Lavastrom überschritt, welcher schon seit 11 Monaten zu fließen aufgehört hatte und noch fortwährend rauchte. Er sah Risse darin, aus welchen, selbst am hellen Tage, die rothe Gluth hervorschien, und als er einen Stock hineinsteckte, begann dieser sogleich in Flammen auszubrechen. Ganz dasselbe bemerkte Hamilton noch nach 5 Jahren an der Vesuvlava von 1766, und er erwähnt mehrere Beispiele von Laven, welche 3 bis 5 Jahre nach ihrem Ausbruche an einzelnen Stellen der Oberfläche noch Dämpfe ausstießen. Eines der großartigsten Beispiele vom langen Zurückhalten der Hitze aber kennen wir von der Lavamasse, welche den oberen Theil der geschwollenen Decke an dem Malpays des Jorullo bildet. Diese ungeheure Masse scheint in ihrem Centraltheile stellenweise bis nahe an 500 Fuß mächtig, und als A. v. Humboldt sie bereits 45 Jahre nach ihrem Ausbrechen besuchte, rauchte sie nicht nur noch sehr lebhaft, sondern die Bäche zuvor kalten Wassers, welche sich durch sie einen Weg gebahnt hatten, waren in heiße Mineralquellen von etwa 42° R. verwandelt worden. Die Hitze, welche von dem Lavafelde ausstrahlte, war mehrere Jahre nach dem Ausbruche hier so groß gewesen, daß diese Gegend ringsumher dadurch unbewohnbar geworden war; gegenwärtig hauchten an der Oberfläche die zahlreichen kegelförmigen Erhöhungen noch einen Dampf aus, der in ihren Umgebungen im Schatten 34 bis 35° R. verbreitete. 20 Jahre später (1824), also 65 Jahre nach dem Ausbruche, besuchte ein englischer Reisender, Bullock, diese Gegend; er fand zwar die Lava noch sichtbar rauchend, doch soll ihre Temperatur sich inzwischen sehr abgekühlt haben,

und die Quellen sollen jetzt nur um wenige Grade über der Mitteltemperatur der Atmosphäre erwärmt seyn.

Wenn nun die Lava erkaltet, so erscheint sie als eine harte, klingende Masse, deren Zusammensetzung wir näher kennen lernen wollen. Ihr Inneres ist, wie alle Beobachter bemerken, von oben niederwärts mit Blasen erfüllt, deren Lage, Form und Häufigkeit eine nähere Betrachtung verdient. L. v. Buch bemerkt, daß alle Lavaströme sich in dieser Beziehung durch ein gleichartiges Verhalten auszeichnen. Auf der Oberfläche sind sie voll großer, unregelmäßiger Blasen, und wo keine Zerreißungen, Verschiebungen und Hervorhebungen des Innern stattgefunden haben, ist daher die ganze Masse hier rauh, eine grobe, löcherige Schlacke. Tiefer hinein dagegen werden die Blasen immer kleiner und, indem sie sich stets weiter von einander entfernen, zugleich immer vereinzelter, bis sie endlich weiter im Innern der Lava ganz fehlen. Hier ist alsdann diese Masse nun ununterbrochen gleichförmig dicht geschlossen und zeigt keine Spur ihres höher schlackenartigen Zustandes. Es ist dieß, wie schon gesagt, ein allen Laven durchaus gemeinsames Verhältniß, und es gibt unter denselben nicht etwa nur einzelne Ströme, welche blasig, und andere, welche dicht sind, doch ist auch die Ursache davon sehr leicht einzusehen.

Denn wenn im Innern der Lava, während sie fließt, sich noch gasförmige Stoffe entwickeln, wenn ferner die Hitze die Feuchtigkeit des Bodens, über welchen die Lava sich fortbewegt, in Dämpfe verwandelt, so steigen diese Produkte durch die schwere, flüssige Lava empor, wie Luftblasen im Wasser. Bevor sie alle auf der Oberfläche austreten und wie Seifenblasen zerplatzen können, nimmt die Zähigkeit der Lavamasse so zu, daß einem großen Theile der Dämpfe der Austritt verwehrt wird. Die Wände der dickeren Flüssigkeit nehmen die Form einer Gasblase an, und so erstarrt finden wir dann die

Reste der in ihr stecken gebliebenen Gasmassen. Da nun aber in dem Innersten der Lava, wie wir gesehen haben, die Flüssigkeit der Masse ohne große Zähigkeit sich am längsten erhält, so werden auch alle Gasentwicklungen durch sie entweichen können und keine Spur in ihr zurücklassen. Weiter nach oben und außen werden die Blasen, durch das Gewicht der über ihnen befindlichen Lavamasse zusammengepreßt, sich nicht ausdehnen können; doch die Expansion nimmt vermöge ihrer Elasticität immer mehr und mehr zu, je mehr sie sich der Oberfläche nähern, daher denn auch die Größe dieser Blasenräume und die schlackenartige Beschaffenheit des Gesteines, bis auf der Oberfläche selbst ein vollkommen schaumartiges, großlöchriges Gefüge entsteht.

Die Form der einzelnen Blasen ist aber auch hier charakteristisch. Sie sind, wie alle Gasblasen, welche durch eine dichtere Flüssigkeit aufsteigen, eigentlich birnförmig gestaltet, nach oben kuppelförmig gewölbt, nach unten zugespitzt. Da aber die Lava sich fortbewegt, während die Blasen in ihr aufsteigen, so wird diese normale, symmetrische Gestalt sich in eine unregelmäßig langgezogene verwandeln. Das kuppelförmige Ende wird zur Seite gezogen und die walzenförmige, kegelartige Gestalt gegen die Spitze hin wird plattgedrückt werden, indem die zähen Wände dem Druck der Lavadecke nachzugeben vermögen. Die Spitze des Kegels wird daher nun in eine Schneide verwandelt werden, und die Längenachse der Blasenräume selbst wird sich in der Richtung des Fließens befinden. Wird auf solche Weise dieß Verhältniß beobachtet, so kann man lange nach dem Erhärten der Lava, wie schon D o l o m i e u und S p a l l a n z a n i bemerkt haben, aus der Lage der Blasenräume in einem Lavastrome auf die ursprüngliche Richtung ihres Fließens schließen, und dieß Kennzeichen ist für die Beurtheilung des Ursprungsortes alter Ströme, von denen nur noch einzelne Theile erhalten sind, von Wichtigkeit. Man wird ferner zu beurtheilen im Stande seyn, ob ein Strom einst wirklich auf einer abhängigen

Fläche geflossen ist, wenn er auch später durch Veränderungen der Niveauverhältnisse in eine der horizontalen nahen Lage sollte gebracht worden seyn. Ja es wird noch ungleich wichtiger werden, wenn wir bedenken, daß auch viele in älteren Perioden gebildete und mit Blasen erfüllte Gesteine, die Mandelsteine, in Bezug auf die Gestalt ihrer Blasen denselben Charakter tragen, und also beweisen, daß die Vorgänge, welche zur Zeit ihrer Bildung stattfanden, ganz dieselben sind, welche noch heute von der vulkanischen Thätigkeit herbeigeführt werden.

Was die mineralogischen Charaktere der Lava betrifft, so sind dieselben, sobald wir ins Einzelne eingehen, in hohem Grade verschiedenartig; denn so zahlreich und verschieden die auf dem Herde vulkanischer Wirkungen zur Schmelzung kommenden Mineralsubstanzen seyn können, so verschieden ist auch die Beschaffenheit ihrer zusammengeschmolzenen Produkte. In dieser allgemeinen Betrachtung aber schon liegt eine Wahrheit, die wir vor Allem hier hervorzuheben genöthigt sind, daß wir nämlich unter dem Begriffe der Lava keinesweges, wie man doch häufig zu thun pflegt, irgend eine bestimmte, eigenthümliche Steinart, ein bestimmtes Gemenge von gewissen mineralogischen Species zu denken haben. Das Wort Lava schließt keinen aus der mineralogischen Beschaffenheit ihrer Masse entnommenen Begriff ein, wie Granit, Syenit, Basalt, sondern ihr Wesen ist in der eigenthümlichen Art ihrer Entstehung gegründet. Alles, was von Vulkanen im geschmolzenen Zustande ausgestoßen worden, und an den Abhängen derselben verbreitet und erhärtet ist, Alles dieß ist eben darum schon eine Lava, und könnte selbst Kalkstein feurig-flüssig von einem Berge herunterlaufen, wir müßten ihn in solchem Falle eine Lavamasse nennen. Es verträgt sich daher auch sehr wohl mit diesem Begriffe, daß ein und derselbe Vulkan in verschiedenen Epochen seiner Thätigkeit Lavamassen von abweichender Beschaffenheit erzeugt haben könne, je nachdem sich der Sitz seiner Wirkungen und das dort

zum Schmelzen gebotene Material ändert; und wenn wir die verschiedenen Lavaarten eines Vulkanes aufzählen, so sind dieß nicht etwa nur untergeordnete Abänderungen einer allen zukommenden Hauptsteinart, sondern es sind oft Substanzen von der in mineralogischer Beziehung abweichendsten Beschaffenheit, welche, geschmolzen und hervorgetrieben, eine gewisse Stufe der Thätigkeit in dem Feuerberge beurkunden, an welchem sie vorkommen. Betrachten wir aber die Substanzen, welche im Zustande der Lava gefunden werden, aus einem allgemeinen Gesichtspunkte, so finden wir schon in ihrem äußeren Ansehen eine aus ihrem Aggregatzustande hervorgehende, sehr wesentliche Verschiedenartigkeit, welche wir daher an die Spitze der Grundsätze stellen, nach welchen wir die Laven im Allgemeinen zu ordnen und übersichtlich darzustellen im Stande sind.

Die eine Klasse von Laven besitzt ganz die Zusammensetzungsweise und die allgemeinen Charaktere unserer gewöhnlichen Steinarten; sie ist hart, ohne besondere Sprödigkeit, und, frisch angebrochen, im Ganzen matt und entweder deutlich körnig oder dicht oder erdig, ganz nach Art der bei uns herrschenden Gebirgsarten. Wir nennen sie die steinartige Lava. Die andere Klasse von Laven dagegen ist in ihren Charakteren ganz unsern durch Schmelzung entstandenen Glasarten ähnlich; sie hat lebhafteren Glanz oder Schimmer, große Sprödigkeit und Scharfkantigkeit der Bruchstücke, und das gleichförmig dichte (wie erhärtet gallertartige) Gefüge, welches die Glasarten auszeichnet; wir nennen sie daher glasartige Lava oder vulkanisches Glas.

Alle Vulkane zwar bringen, so weit wir es wissen, diesen zwiefachen Zustand von Laven hervor, doch verdient es wohl schon hier hervorgehoben zu werden, daß der steinartige überall bei weitem über den glasigen Charakter vorwaltet, und wir müssen hierauf um so mehr ein Gewicht legen, als man im Sinne der früher bei uns herrschenden, neptunischen Ansichten in der Geognosie gerade zu dem entgegengesetzten Glauben geneigt war, daß Alles, was durch Schmelzung entstand,

auch durch seinen glasartigen Charakter vor den aus dem Wasser vormals abgesetzten Gesteinen sich auszeichnen müsse. Ein Umstand, welcher veranlaßte, daß man von den Produkten der Vulkane fast stets nur die besonders auffallenden, glasartigen Schlackenstücke sammelte, und daß daher unsere Begriffe von der Natur des bedeutendsten Theiles dieser Produkte lange Zeit hindurch nur sehr unvollkommen gewesen sind.

Die steinartige Lava besteht in ihrem vollkommen entwickelten Zustande, so weit wir wissen, niemals aus einer einfachen Mineralgattung, sondern sie ist vielmehr aus Krystalltheilchen verschiedener Mineralgattungen gebildet, welche so mit einander verbunden sind, daß sie sich gegenseitig in ihrer krystallinischen Ausbildung gehemmt haben, und daher als vollkommen gleichzeitig gebildet müssen betrachtet werden. Findet in diesem Verhältnisse in bedeutenderen Massen der Lava völliges Gleichgewicht Statt, ist kein Bestandtheil vor dem andern in seiner krystallinischen Ausbildung vorwaltend, so entsteht dadurch eine eigenthümliche Textur dieser Steinart, welche wir sowohl von ihrer Körnigkeit, als auch, weil der Granit sie am vollkommensten darstellt, ein granitisch-körniges Gefüge nennen. Wir dürfen mithin die vollendete Lava als das Produkt von einer krystallinisch-körnigen Vereinigung mehrerer Mineralgattungen ansehen. Indeß gibt es von dieser Grundtextur, so wie auch beim Granit und den verwandten Gebirgsarten mehrere auffallende Abweichungen.

Zuweilen werden die krystallinischen Körner einiger Gattungen so klein, daß man sie mit bloßem Auge gar nicht, oder doch nur mit Anstrengung unterscheidet; die Körner einer der andern zusammensetzenden Gattungen aber behalten ihre gewöhnliche Größe oder vergrößern sich gar, so daß das Ansehen entsteht, als ob einzelne Mineralkrystalle in einer dichten oder feinkörnigen Grundmasse, wie in einen Teig eingeknetet, zerstreut liegen. Solch' ein Ansehen aber nennen wir ein porphyrartiges, und die ihm gehörige Abänderung des Gefüges wird das porphyrartige genannt.

Es kommt ferner der Fall vor, daß alle die Lava zusammensetzenden Krystallkörner gleichzeitig so klein werden, daß man sie kaum noch mit bloßem Auge unterscheiden kann, und so entsteht dann ein dichtes oder scheinbar dichtes Gefüge der Lava.

Endlich ist die Ausbildung der Krystallpartikelchen in der Lava so unvollkommen, daß sie sich nicht mehr selbstständig aus der Mischung des Ganzen ausscheiden, und dann entsteht ein rohes, lockeres Gefüge, das wir erdige Textur nennen, erdige Lava.

Es zeigt sich uns also die steinartige Lava in Beziehung auf ihr Gefüge hauptsächlich theils als eine granitartige oder porphyrartige, dichte oder erdige Lava. In Beziehung auf ihre Zusammensetzung aber unterscheiden wir dieselben nach den Bestandtheilen, welche in ihr vorwalten, trotz der großen Menge derselben, welche im Einzelnen auftreten. Es bemerkten nämlich bereits alle Beobachter, und alle Wahrnehmungen stimmen darin überein, daß trotz der großen Menge von Mineralgattungen, welche in vulkanischen Verbindungen auftreten (eine Mannigfaltigkeit, welche in keiner andern Klasse von Gesteinen so groß ist), dennoch vorzugsweise nur einige genannt werden können, welche so häufig wiederkehren und in so hohem Grade überwiegen, daß durch sie der vorwaltende Charakter der Lava bestimmt wird. Dieser charakterisirenden Mineralien aber sind, so weit es für unsere Zwecke der Unterscheidung hinreicht, und wie Cordier bemerkt, wesentlich drei, nämlich: Feldspath, Augit und Titaneisen, wenn auf die feineren Unterschiede der zur Feldspathfamilie gehörenden Mineralien, wie Albit und Labrador, hier noch keine Rücksicht genommen wird.

Man kann nach ihnen die Laven füglich in zwei Hauptklassen sondern, da sich der Feldspath stets allein, aber Augit und Titaneisen immer nur zusammen hervorheben, und wir unterscheiden mithin im Allgemeinen Feldspathlaven und Augitlaven.

1) Die Feldspathlaven zeichnen sich nächst der Zusammensetzung, welche in den meisten Fällen sehr

leicht mit bloßen Augen von fern unterscheidbar ist, besonders noch durch ihre helle, fast immer weißliche, weißlich- und gelblichgraue, seltner röthliche und eisenrothe Färbung aus; ferner durch ihre geringe Eigenschwere (etwa 2,4 bis 2,5), und durch ihre, wenn gleich nicht immer vollständige Indifferenz gegen die Magnetnadel. Unter den vorzugsweise granitisch-körnigen, oft aber auch deutlich ins Porphyrartige, Dichte und Erdige in großen Massen übergehenden Feldspathlaven, welche besonders häufig wiederkehren und daher ein besonders, der Beachtung werthes, vulkanisches Gestein bilden, zeichnet sich vorzüglich der von Hauy zuerst sogenannte Trachyt aus; er ward in früheren Schriften von Ramond, L. v. Buch, A. v. Humboldt Dolomit oder Trappporphyr genannt, und ist dem Granit oft so täuschend ähnlich, daß er in vielen Gegenden geradezu mit ihm verwechselt ward; oft hat man ihn auch mit den älteren Porphyren verwechselt, und zuweilen, wenn man ihn erdig und aufgelöst fand, nannte man ihn auch mit den älteren, analogen Gesteinen Thonstein. Wir besitzen von dieser Gesteinart eine ausgezeichnete Schilderung durch L. v. Buch, und sie besteht nach ihm wesentlich:

> aus glasigem Feldspathe, voll Rissen, oft in einzelnen Krystallen grob porphyrartig ausgeschieden, nächstdem aus einzeln darin zerstreuten, schwarzen Glimmerblättchen und aus Hornblendenadeln; auf feinen Klüften zeigt sich Eisenglanz ausgeschieden, und nächstdem eine Menge minder wesentlicher Bestandtheile, wie Titanit, Augit, Quarz, kohlensaurer Kalk.

Dieses eigenthümliche Gestein, dieser Granit neuerer Vulkane ist übrigens nicht nur seines so häufigen Wiederkommens wegen merkwürdig, sondern es ist es mehr noch dadurch, daß es fast immer die Grundlage und den Kern aller in neuen Epochen vulkanisirten Distrikte bildet. Fast im Innern aller Vulkane, wenn uns dasselbe hinreichend aufgeschlossen worden, stoßen wir immer wieder auf den Trachyt, wenn gleich auch ihre

neuesten äußern Bedeckungen aus den verschiedenartigsten vulkanischen Produktionen gebildet werden. So hat der Vesuv in den historischen Zeiten seiner Thätigkeit niemals Trachyt hervorgebracht, und doch bestehen großentheils seine ältesten Auswürflinge, welche aus dem Kern seiner Masse herrühren, aus Trachytarten. Dagegen haben die Vulkane der phlegräischen Felder der Insel Ischia, welche großentheils in vorhistorischen Zeiten thätig waren, fast nichts als Trachytproduktionen geliefert; auch aus dem innersten Kerne des Aetna, wo er im Val de bove erschlossen ist, ragen mächtige Trachytmassen hervor, und die ältesten Laven dieses Berges zeigen ebenfalls nur das Gepräge dieser Felsart. In gleicher Weise besteht auch der innerste Kern der liparischen Inseln aus Trachyt, ebenso auch der der euganäischen Hügel bei Padua und die Vulkane im südlichen Frankreich, Mont d'Or, Cantal, Puy de Dôme, so wie auch die Riesenvulkane Amerikas, den Chimborasso an der Spitze, haben sich aus mächtigen Trachytmassen erhoben.

Es hat sich daher dieser Erscheinung wegen bei den meisten Geognosten die Ansicht gebildet, als sey der Trachyt höchst wahrscheinlich nur das Produkt einer durch Schmelzung bewirkten ersten Umarbeitung der früher vorhandenen Gesteine, wie des Granits, welches sich daher überall da zeigt, wo die Vulkane bei ihrer ersten Entstehung die Granitkruste der Erde durchbrochen, und so eine dauernde Kommunikation zwischen der Atmosphäre und dem Erdinnern erzeugt haben. Das Detail dieser interessanten und gewiß sehr wahrscheinlichen Ansicht hat L. v. Buch zuerst vorgetragen, und wir übergehen hier die zum Theil äußerst merkwürdigen Anwendungen, welche von derselben ganz besonders in Beziehung auf die Vulkane im südlichen Frankreich gemacht wurden. Nur will ich noch hervorheben, daß eine Zeit lang (zum Theil bis jetzt) die Meinung bestanden hat, als könne wahrer Trachyt dieser seiner Entstehung wegen nur in erweichten, geschmolzenen Massen aus dem Erdinnern hervorgetreten

seyn, nicht aber wie wahre Lava bandartig geflossene Ströme bilden. Diese Ansicht indeß widerlegt die Beobachtung, denn seit wir die Charaktere der Laven genauer kennen, hat man eine große Menge von Strömen (Solfatara, Ischia, Lipari, Aetna) kennen gelernt, deren Masse sich durch nichts in Zusammensetzung und Gefüge von wahrem Trachyt unterscheiden läßt. Immerhin bleibt es sehr merkwürdig, daß wir den Trachyt stets als Kern aller vollkommen entwickelten Vulkane neuester Periode erblicken, und L. v. Buch, welcher zuerst diese Erscheinung klar hervorhob, hat darauf ein sehr schönes und bisher noch immer wieder bestätigtes Mittel gegründet, einen Centralvulkan, der den Mittelpunkt eines vulkanischen Systemes bildet, von den zufälligen Eruptionskegeln zu unterscheiden, welche sich um ihn her hin und wieder in seinem Wirkungskreise durch mehr zufällige, wandernde Ausbrüche erzeugt haben. Ein Centralvulkan ist ein durchbrochener Trachytkegel, welcher aus den Umgebungen später aufgeschütteter Massen hervorsteigt, und es läßt sich dieses Bild, wie wir gesehen haben, selbst auf den Vesuv anwenden.

Von diesem merkwürdigen Hauptgesteine her ist man nun übrigens mit Recht gewöhnt, alle feldspathreichen Laven, besonders wenn sie körnig sind, mit der Benennung von Trachytlaven zu belegen. Ist die Feldspathmasse dicht, hart und splittrig, so nennt man die aus ihr vorzugsweise bestehenden Laven wohl auch Hornstein- oder Petrosilexlaven, und besonders war dieß früher der Fall. Sie schließen sich unmittelbar den sogenannten Hornstein- oder Jaspisporphyren älterer Perioden an, welche bekanntlich früher nicht für vulkanische Produkte gehalten wurden.

2) Die Augitlaven, welche in ihrer Mischung Augitsubstanz mit Titaneisen vorwaltend enthalten, zeichnen sich im Allgemeinen vor den Feldspathlaven durch ihre dunkle, dem Schwarz mehr oder minder genäherte Färbung aus. Sie haben ein bedeutend größeres specifisches Gewicht = 3,0 bis 3,25, und da ihr Metall-

gehalt wesentlich Eisen ist, so beunruhigen sie fast immer die Magnetnadel. Der Grundtypus oder das Hauptgestein dieser Familie von Laven, welches wir an Bedeutung dem Trachyt füglich an die Seite setzen können, ist der Basalt. Wiewohl derselbe bekanntlich meist als ein dichtes oder feinkörniges schwarzes Gestein erscheint, so hat doch namentlich Cordier gezeigt, daß er ein granitisch-feinkörniges Gemenge von wesentlich Feldspath, Augit (welcher öfter durch Hornblende ersetzt wird) und Titaneisen sey. Zuweilen erscheint dieses Gemenge selbst dem bloßen Auge deutlich und tritt in gröber-körnigem Gefüge hervor, wie dieß unter andern sehr schön am Meißner in Hessen der Fall ist, und dann wird dieser deutlich gemengte Basalt Dolerit genannt. Gewöhnlich indeß entdeckt man bei den meisten scheinbar dichten Basalten auch die Mengung durch die Art ihrer Verwitterung, bei welcher der Feldspath zuerst angegriffen wird und sich in hellfarbigen Thonpünktchen umändert.

Es ist bekannt, daß von keiner Gebirgsart, bei welcher jemals aufmerksam die Ursache ihrer Entstehung betrachtet wurde, so lange und so hartnäckig über ihren vulkanischen oder neptunischen Ursprung gestritten worden ist, als über den des Basaltes. Noch ist es nicht lange her, daß insbesondere in Deutschland, einer großen Autorität folgend, alle Basalte für entschieden aus dem Wasser gebildete Produkte gehalten wurden, während Andere dagegen sehr hartnäckig die vulkanische Entstehungsweise vertheidigten. Dieser Streit der Meinungen ist indeß in den neuesten mit überwiegender Mehrheit zu Gunsten der vulkanischen Ansicht entschieden worden, und wir könnten sehr zufrieden seyn, wenn alle in der Geognosie schwebenden Probleme mit solchem Grade von Ueberzeugung gelöst wären, als das gegenwärtige. — Die Basaltberge, welche so zahlreich auch in unserem Vaterlande zerstreut liegen, sind (das läßt sich von vielen erweisen) wahrscheinlich alle unter dem Meere ausgebrochene, geschmolzene Massen gewesen. Der große Druck, welchem sie wahrscheinlich bei ihren Ausbrüchen ausgesetzt waren, hat sie verhindert, sich in

regelmäßigen Strömen an der Oberfläche auszubreiten, und die zerstörenden Wirkungen, welche die Gewässer auf sie ausübten, beraubten sie höchst wahrscheinlich großentheils ihrer Schlackenkruste und ließen nur den festen, dichten Kern zurück, welchen wir so häufig in vereinzelten Kegeln ohne erkennbare Kratere erhalten finden. Diese Vorstellung ist gegenwärtig keine nur wahrscheinliche, auf noch zweifelhaften Verhältnissen gestützte Hypothese mehr, sondern sie stützt sich auf unumstößliche Thatsachen; denn es haben sich noch immer bei genaueren Untersuchungen an unsern Basaltbergen die Spalten deutlich nachweisen lassen, aus welchen ihre Masse hervorgetrieben wurde, und man hat ferner an unzähligen, mit dem Basalte in Berührung gekommenen Gesteinen sehr deutlich die Veränderungen wahrgenommen, welche ganz denen gleich sind, die nur durch Einwirkung einer beträchtlichen Hitze erklärt werden können. Endlich aber hat man auch bei Vergleichung der Gesteine entfernterer Gegenden mit den unsrigen, den Basalten durchaus gleichartige Gebirgsarten, in deutlichen Strömen als wahre Lava, oder in Massen im Zusammenhange mit neueren Vulkanen gefunden, so im südlichen Frankreich, so an den Vulkanen Italiens und selbst auf den kanarischen Inseln. So gewiß, als Trachyt den Kern dieser Vulkane bildet, so entschieden kommen auch die Basalte in den Umgebungen derselben, als die neueren Produktionen, als den Trachytkern bedeckend, vor. Eine Thatsache, deren wahre Ursache zu erkennen wir noch sehr weit entfernt scheinen.

Man nennt daher übrigens mit demselben Rechte wie die Feldspathlaven trachytische, so die an Augit reichen basaltische Laven, und wir können mithin als eine bei allen Vulkanen, welche genauer beobachtet wurden, gesetzmäßig stets wiederkehrende Erscheinung anführen, daß ihre älteren Produkte mehr trachytischer, ihre neueren mehr basaltischer Natur sind.

Unter den zahlreichen Abänderungen basaltischer Laven übrigens verdient noch eine vorzugsweise ihrer Häufigkeit und Verbreitung wegen hervorgehoben zu werden.

Sie ist ausgezeichnet durch das porphyrartige Vorkommen einer zahllosen Menge von kleinen, weißgefärbten Krystallen, welche wie Perlen oder Erbsen in der Grundmasse liegen, und ihrer Härte wegen sonst gewöhnlich weiße Granaten genannt wurden. Man kennt sie jetzt als eine eigenthümliche Mineralgattung unter dem Namen Leucite, und wir nennen daher die von ihnen erfüllte Lavaabänderung Leucitlava. Diese Abänderung ist ganz besonders verbreitet in den vulkanischen Gegenden des Kirchenstaates, deren Vulkane jetzt sämmtlich erloschen sind, so zu Borghetto über Rom an der Tiber, in den Monti Cimini bei Viterbo, und besonders in den neuesten Theilen des Albanergebirges, am Monte Cavo. Die aus der zerstörten Lava ausgewitterten Leucitkrystalle bedecken in den Umgebungen von Frascati den Boden wie umhergesäete Erbsen in grobem Sande, so auch bei Rom bei dem Grabmale der Cecilia Metelli, genannt Capo di Bove. Der Vesuv producirt solcher Leucitlaven noch heute in Menge, und fast die Mehrzahl seiner neueren Produkte gehört hierher. Interessant ist es wohl auch, daß man diese Leucitlaven sehr häufig in den Umgebungen des Laachersees in der Eifel findet; ebenso kennt man dieselben am Kaiserstuhl im Breisgau, dessen vorwaltende Masse ein wahrer Basalt und Dolerit ist. Nächst den Leuciten kommt übrigens immer noch Augit oder Hornblende in diesen Laven in Krystallen porphyrartig ausgeschieden zum Vorschein, nicht selten auch der schwarze Granat oder Melanit, sehr viel seltner schon Feldspath, und außer demselben in besonderen Localitäten (wie bei Capo di Bove) eine große Menge eigenthümlicher Mineralien, welche wir hier übergehen müssen.

Es scheint passend, vor der Beendigung dieser Darstellung darauf aufmerksam zu machen, wie der hier hergeschobene Hauptunterschied aller steinartig Laven in zwei große Klassen sich auf eine sehr deutliche Weise auch in den älteren granitisch-körnigen oder porphyrartigen Gesteinen wieder bestätigt findet, an deren vulkanischer Entstehung man, einseitigen Grundsätzen der

geognostischen Theorie nachgebend, so lange gezweifelt hat, ja wohl zum Theil noch zweifelt. Auch alle diese Gesteine, deren Aehnlichkeit mit den Laven in ihren Texturverhältnissen wir zum Theil schon hervorgehoben haben, zerfallen in zwei große Hauptklassen, deren eine durch den vorwaltenden Feldspath, die andere aber durch Hornblende und Augit charakterisirt wird. Als den Hauptrepräsentanten der ersten dieser Klassen stellt sich ganz von selbst der Granit dar, und die zunächst mit ihm verwandten Gesteine, welche Werner als die ältesten Glieder der von ihm sogenannten Schieferformation ansah. Bei der zweiten dieser Abtheilungen aber, welche sich besonders hervorhebt, erkannten schon Werner und seine Zeitgenossen die unumgängliche Nothwendigkeit an, die Produkte ihrer Bildung in verschiedenen Epochen als die Glieder einer durch alle Zeiten sich fortbildenden Formation zu betrachten, welche er die Trappformation nannte. Das älteste unter den Gliedern derselben war ihm der Grünstein; als das neueste aber erschien ihm der Basalt, also schon eine zum Theil noch unter unsern Augen geflossenen Lavamasse, welche er durch die Benennung der Flötztrappformation auszeichnete. In ganz ähnlicher Weise wissen wir gegenwärtig von den Porphyren, daß dieselben durch Beachtung eines Unterschiedes, auf welchen zuerst L. v. Buch aufmerksam gemacht hat, in den Gliedern aller ihrer Bildungsepochen in Feldspath- und in Augitporphyre, oder in rothe und in schwarze Porphyre zerfällt werden müssen; und viele derselben, selbst auch aus älterer Zeit, sehen den porphyrartig gebildeten Laven aus der neuesten, noch fortdauernden Periode so überaus ähnlich, daß sie in Handstücken davon nicht unterschieden werden können, und daß wir daher an der Gleichartigkeit ihrer ursprünglichen Entstehungsweise nicht füglich zweifeln dürfen.

Eine überaus merkwürdige Wahrheit ist in dieser Beziehung schon von einem ausgezeichneten Naturforscher in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ausgesprochen worden, zu einer Zeit, als man in Deutschland

noch sehr weit von der Anerkennung solcher Ansichten entfernt war. Als nämlich der verdiente schottische Physiker James Hall 1785 nach dem Aetna und den liparischen Inseln reiste, um dort die vulkanischen Produkte zu sammeln, kam er nach seiner Rückkehr zu der von ihm scharf ausgesprochenen Ueberzeugung, daß es in seinem Vaterlande auch unter den ältesten seiner Bildungen keine Trappgebirgsart gebe, welche nicht stets unter den Produkten des Aetna und seiner Nachbarn ein ihr vollkommen analoges Gegenstück finden ließe. Der Grünstein kann nicht anders denn als eine Varietät des oben berührten Dolerites angesehen werden, und auch oft geht er durch Kleinerwerden seiner Bestandtheile in ein scheinbar gleichförmiges, schwarzes, dem Basalt überaus ähnliches Gestein über. Auch ist so etwas in der That wohl kaum noch überraschend, seitdem wir die Thätigkeit der Vulkane nicht mehr als eine localbeschränkte Kraftäußerung isolirt stehender Verbrennungsprocesse, sondern vielmehr als eine ganz allgemeine, überall stattfindende und unter allen Gesteinen unserer festen Erdkruste sich fortziehende erkannt haben; seitdem kann es wohl nicht mehr auffallend und widersinnig erscheinen, daß diese Thätigkeit sich in allen Perioden der Erdbildung gezeigt, und daher in allen auch ihre Produkte an die Oberfläche getrieben habe, welche sich doch eigentlich von den gegenwärtigen Laven nicht füglich mehr unterscheiden, als die Produkte eines und desselben Vulkanes in den verschiedenen Epochen seiner Wirksamkeit.

Uebrigens können wir hiebei nicht ganz übergehen, daß, so wesentlich auch im Allgemeinen die trachytischen und die Basaltlaven verschieden sind, es dennoch auch Zwischengesteine unter ihnen gibt, welche von den Charakteren beider Hauptarten etwa gleich viel an sich tragen, und in einzelnen Theilen ihrer Masse mehr nach der einen, in andern mehr nach der andern hinneigen. Man hat deßhalb wohl vorgeschlagen, aus diesen Gesteinen eine eigene Familie zu bilden und sie von der Vermischung der beiden charakteristischen Farben etwa

Grausteinlaven zu nennen. De la Matherie hat in einer eigenen Abhandlung für dieselben den Namen Tephrinlava vorgeschlagen, welcher wohl hin und wieder gebraucht wird; indeß gelangt man auf diese Weise nie zu Scheidungen ohne Uebergänge, und wir können nur vor der Einführung einer Menge jetzt üblich gewordener Abtheilungen in der Classification der Steinlaven warnen, welche, anstatt Uebersichten zu gewähren, nur den Blick des Beobachters zu verwirren geeignet scheinen. So finden sich in v. Leonhardt's Charakteristik der Felsarten nur allein 15 Hauptarten und gegen 50 Unterabtheilungen der Laven angeführt, und ähnliche nimutiöse Zertheilungen derselben sind von Cordier veranlaßt und von Alex. Brogniart befolgt worden.

Das Bedeutendste unter den Mittelgesteinen übrigens, welches bisher wenigstens stets so angeführt zu werden pflegte, ist der sogenannte Phonolith oder Klingstein, ein graues, mit Feldspathkrystallen porphyrartig versehenes, hartes, klingendes Gestein, das im Großen durch seine Neigung, in Tafeln zu spalten, auffält, und daher insbesondere von Werner mit dem Namen Porphyrschiefer belegt ward. Es ist ganz besonders in basaltischen Gebirgen zu Hause und bildet im böhmischen Mittelgebirge viele Kegelberge (namentlich den Schloßberg bei Töplitz, den Biliner-Stein); doch zeigt es sich auch in deutlichen Strömen im südlichen Frankreich, den Euganeen, und die Untersuchungen von Gmelin haben bewiesen, daß dasselbe mit Recht zu den Feldspathlaven zu rechnen und dem Trachyt näher zu stellen ist.

Die glasartigen Laven oder vulkanischen Gläser bedürfen keiner so vollständigen Erläuterung, als die bis hieher so häufig verkannten Steinlaven; sie unterscheiden sich in nichts von den Produkten der gewöhnlichen Schmelzprocesse in unseren Glasöfen und von den Glasschlacken, die bei der Ausschmelzung der Erze erhalten werden, und ihre Eigenthümlichkeiten sind daher nur nach dem Zustande der Verglasung und des zum

Grunde liegenden Materials verschieden, wovon wir die Hauptsachen hier kurz aufführen wollen.

Das vollkommenste aller vulkanischen Gläser ist schwarz, sehr lebhaft glasglänzend, fast ganz undurchsichtig, sehr spröde und in scharfkantige Bruchstücke zerspringend, allgemein bekannt unter der Benennung Obsidian; die Alten nannten es, wie erst neuerlich Blumenbach erwiesen hat: Lapis opsianus. Sein Vorkommen ist nicht so häufig, als man wohl glauben sollte, er fehlt dem Vesuv fast durchaus, und schon Dolomieu bemerkt in seiner fleißigen Sammlung vulkanischer Produkte, und Spallanzani bestätigt es, daß am Aetna kein wahres Glas zu finden sey, es sey denn in den überall vorkommenden, dünnen Schlackenüberzügen. Auf den liparischen Inseln dagegen, und besonders auf Vulcano und Lipari, findet der Obsidian sich, bedeutende Theile ganzer Ströme bildend. Von Island, aus den Umgebungen des Hekla, ist er gleichfalls schon lange bekannt und daher auch wohl häufig isländischer Achat genannt worden; Mackenzie entdeckte dort wenige Meilen nordwestlich vom Hekla einen überaus großen Obsidianstrom. Der Pic von Teneriffa gehört schon nach A. v. Humboldt's Zeugniß zu denjenigen Vulkanen, welche vielleicht unter allen bekannten den meisten Obsidian ausgeworfen haben, denn Stunden lange Strecken sind an seinem Abhange mit schneidenden Glasscherben bedeckt; auf Bourbon und in den Umgebungen der mexikanischen Vulkane hat man den Obsidian überaus häufig gefunden.

Wenn der reine Glascharakter der Obsidianmasse sich nicht vollkommen entwickelt hat oder verloren geht, so zeigen sich die vulkanischen Gläser matter im Bruche, nur wie gefirnißt an der Oberfläche, und gehen, indem sie immer mehr an Glanz, Sprödigkeit und Scharfkantigkeit ihrer Bruchstücke verlieren, allmählig in den beschriebenen steinartigen Zustand zurück. Für diesen Mittelzustand zwischen Glasmasse und Stein wählen wir nach dem Vorgange von Faujas de St. Fond die sehr schickliche Benennung Emaille, und die Körper, welche

ihm angehören, fehlen unstreitig bei keinem Vulkane, wo sie sich denn nach Beschaffenheit der Umstände an Farbe, Glanz, eingeschlossenen Substanzen aufs Mannigfaltigste modificirt zeigen. — Man unterscheidet unter denselben ganz besonders zwei Arten, welche vorzugsweise häufig in vulkanisirten Distrikten vorkommen, nämlich Perlstein und Pechstein.

Der Perlstein kann wohl nicht besser definirt werden, als wenn man ihn einen etwas matter gewordenen Obsidian nennt, welcher die Eigenthümlichkeit besitzt, sich gern in kleine, kugelähnliche Stücke abzusondern, welche, wie Perlen gestaltet, inwendig oft etwas fasrig erscheinen, selten aber vollkommen ausgebildet vorkommen. Sie gehen übrigens außerdem oft in den reinsten, deutlichsten Obsidian über und sind mit ihm häufig so innig verbunden, daß man beide Gesteine kaum von einander trennen kann, wie dieß namentlich auch noch L. v. Buch und Breislack bezeugen. Der Perlstein erscheint besonders häufig in den erloschenen vulkanischen Distrikten von Ungarn, in den Gebirgen von Tokay, bei Schemnitz, und er bildet dort selbstständige ganze Felsmassen. In kleineren Massen kennen wir ihn überall, wo wir den Obsidian antreffen, und so namentlich auf Lipari.

Der Pechstein ist in noch vollkommenerem Sinne als der Perlstein ein Email zu nennen. Er liebt die dunkel- und gelbbraunen Farben, hat nur einen matten Fett- oder Harzglanz in seinen vollkommeneren Stücken, eine schon viel geringere Sprödigkeit, als der Obsidian, und geht zuletzt vollkommen in eine steinartige petrosilexähnliche Masse über. Dieses merkwürdige Gestein kommt in ganzen Massen im Trachyt vor und ist also wohl besonders durch Schmelzung der Feldspathlaven entstanden, welche den steinartigen Charakter nicht vollkommen annehmen konnten. Am Cantal, einem der vulkanischen Herde des südlichen Frankreich, findet man den Pechstein in ganzen Strömen; in den Euganeen bei Padua, in Ungarn steckt er mitten im Trachyt, auf den Ponzainseln im tyrrhenischen Meere bildet er immer,

nach P. Scrope's Beobachtungen, die Gränzen und die Ränder des Trachytes gegen die ihn umgebenden Konglomerate. Es ist daher wohl unstreitig ganz interessant, daß wir dieß Gestein, dieses fast vollkommen vulkanische Glas, auch mit Porphyren der älteren Periode in unserm Lande als untergeordnete Masse in ähnlicher Verbindung, wie mit dem Trachyt, wiederfinden, und wir besitzen von diesem Vorkommen sogar ein sehr schönes Beispiel ganz in unserer Nähe, bei Meißen, wo im Thale der Triebsche eine ganze Felsenreihe aus Pechstein bestehend und im älteren Porphyr steckend vorkommt, und wo der Pechstein durch zunehmende Glasigkeit stellenweise in eine dem Obsidian schon höchst ähnliche Masse verwandelt wird, wo sich stellenweise aber auch aus seiner Grundmasse schon Feldspathkrystalle entwickeln, und so ein vollkommener Pechsteinporphyr gebildet wird. Ganz ähnlich ist noch ein anderes Vorkommen zu Planitz bei Zwickau, und man wird zugeben, daß dieß keine der unfruchtbarsten Analogieen sey, welche unsere Porphyre mit den in den neuesten Zeiten gebildeten Trachytlaven zeigen.

Noch gibt es eine eigenthümliche, vulkanische Glassubstanz, welche zu bekannt ist, als daß sie hier noch einer speciellen Charakteristik bedürfte, ich meine den Bimsstein. Er ist in der That, wie auch von allen Beobachtern bemerkt wird, nichts Anderes, als ein durch sehr starke Gasentwickelung, welche während des Zustandes seiner Schmelzung in ihm vorging, schaumig gewordenes Glas, dessen bekanntlich bis zum Schwimmen auf Wasser gesteigerte Leichtigkeit von zahllosen feinen Luftbläschen, die lichtgraue Farbe aber von der außerordentlichen Dünnheit und Durchscheinheit der Wände zwischen diesen Bläschen herrührt. In der That ist auch nichts leichter, als den Bimsstein durch Zusammenschmelzen in ein dichtes, dunkles, dem Obsidian ähnliches Glas zu verwandeln, und er findet sich daher auch nur immer da, wo Obsidian sich erzeugt hat und mit demselben in der innigsten Verbindung. Nach den zuerst von Mackenzie mit Obsidianen aus Island, von

Faujas und Spallanzani mit denen von Lipari und von A. v. Humboldt mit denen von Mexiko angestellten Versuchen gibt es merkwürdiger Weise sehr viele darunter, ja es ist sogar die Regel, daß die meisten Obsidiane, wenn sie erhitzt werden, und zwar selbst schon im gewöhnlichen Schmiedefeuer, sich aufblähen, ihre schwarze Farbe verlieren und in schaumige Masse, dem Bimsstein ähnlich, verwandelt werden. Diese Erscheinung hat übrigens, wenn wir sie genauer erwägen, sehr viel Räthselhaftes, und es ist deßhalb wohl wünschenswerth, daß sie von Neuem möge genauer untersucht werden; denn wenn das Obsidianglas einen so flüchtigen, aufblähenden Stoff enthält, welcher schon bei gewöhnlichem Schmiedefeuer entweicht, so ist nicht wohl einzusehen, wie derselbe nicht bei der Hitze der fließenden Lava, als sie geschmolzen war, hätte entweichen müssen; und wenn er durch die Zähigkeit der fließenden Glasmasse in Blasen zurückgehalten ward, so ist wieder nicht wohl zu begreifen, wie überhaupt ein dichter Obsidian sich habe bilden können. Etwas folgt aber hieraus, was sich auch vollkommen in der Natur bestätigt findet, daß nämlich die Hauptmasse der den Obsidian enthaltenden Ströme eigentlich aus Bimsstein bestehen müsse, und daß nur stellenweise darin sich der wahre Obsidian finden werde.

Dieß ist denn unter anderm nach meinen eigenen Beobachtungen auch wirklich mit den sogenannten Glasströmen auf Lipari der Fall. Ihre Hauptmasse ist wirklich ein wahrer Bimsstein, nur freilich ein Bimsstein von etwas ungewöhnlicher Art; denn die feinblasige Masse desselben hat sich im Zustande der Schmelzung fortbewegt, und die dadurch langgezogenen, feinen Bläschen haben also dem Ganzen eine schon mit blosen Augen auffallende Fasertextur gegeben, und zwar so, daß die Richtung der feinen Längsfasern in derselben konstant auch die Richtung des Fließens gewesen ist. Dieser Erscheinung haben wir uns mit Erfolg dort bedient, um an einzelnen, abgerissenen Felsmassen von alten Obsidianströmen ermitteln zu können, von welchem der Vul=

kane sie vormals geflossen sind. Es enthält selbst der Bimsstein dadurch eine Art von geschichtetem Gefüge, indem die Fasern sich streifenweise ordnen und senkrecht auf ihre Längenrichtung sich leicht von einander ablösen, daher man auch den Bimsstein in diesen Strömen sehr leicht in ziemlich dünnen, etwa Zoll dicken, quadratischen Platten gewinnt, welche, nach Messina verführt, zu dem Baue von Gewölben verwendet werden. Die Betrachtung dieser Ströme ist sehr merkwürdig und anziehend durch Verfolgung der zahlreichen und aufs Mannigfaltigste wiederholten Uebergänge, welche immer zwischen der Obsidianmasse und den Bimssteinen bemerkt werden. Der ganz lockere, großschaumige, nicht parallelfasrige Bimsstein, wie wir ihn bei uns in dem Handel und zu technischen Zwecken bestimmt zu sehen gewohnt sind, kommt nie in Strömen, sondern nur als lose Auswürflinge in den aufgeschütteten Kraterwänden vor, aus welchen die Bimsstein- und Obsidianströme hervorbrachen, und mit ihnen finden zugleich sich als Auswürflinge auch immer die reinsten und schönsten Obsidianstücke, welche zuweilen massive Blöcke von 2 bis 3 Fuß Durchmesser bilden, die durch ihre Schönheit sehr auffallen.

So ist es der Fall mit dem etwa 1000 Fuß hohen Monte campo bianco auf Lipari, dessen schneeweiße, aus Bimssteinkonglomeraten aufgeschüttete Kraterwände im Kontrast gegen den mit dunkeln Obsidianblöcken bedeckten Lavastrom von Castagno, welcher daraus hervorbrach, einen ungemein schönen Anblick gewähren. — Es verdient hier wohl noch besonders hervorgehoben zu werden, daß, wie schon Faujas bemerkte, keineswegs aller Obsidian in der Hitze diesem Aufblähen und der Verwandlung in Bimssteinmasse unterworfen ist; denn es gibt Obsidiane, welche, geschmolzen, stets wieder nur in ein schwarzes Glas sich verwandeln, das der ursprünglich angewendeten Masse durchaus ähnlich bleibt. Solcher Art scheinen nun ganz insbesondere die Obsidiane zu seyn, welche aus der Verglasung der basaltischen Laven hervorgingen; denn diese verdanken ihre schwarze Farbe dem Gehalt an Titaneisen, wovon sie nach Fau-

jas zuweilen gegen 20 Procent enthalten, und sie geben daher geschmolzen immer eine schwarze, meist magnetische Glasperle. Die aus Verglasung der Trachytlaven entstandenen Obsidiane aber enthalten meist einen eigenthümlich flüchtigen; sie beim Schmelzen aufblähenden Stoff, dessen Natur noch nicht hinlänglich untersucht ist. Aus einigen Pechsteinen gewann zuerst Knox, nach ihm Ficinus und Andere durch trockne Destillation eine Substanz, welche räthselhafter Weise den Charakter einer brenzlichen organischen Substanz trägt, indem sie an Geruch und Geschmack fast dem Tabacksöl gleicht. Wir wissen übrigens noch keineswegs, ob, ja es ist selbst nicht einmal wahrscheinlich, daß diese Substanz allein das Aufblähen der Gläser zu Bimsstein bewirkt.

Jedenfalls ist es immer sehr merkwürdig, daß wir nun so auch in den vulkanischen Glasmassen bereits den Unterschied zwischen Trachyt- und Basaltlaven wieder ausgedrückt finden, welcher schon bei Beurtheilung der Steinlaven so wichtig und einflußreich erscheint. Es gründet sich auch auf diese Wahrnehmung ein empirisches Kennzeichen, was für die Beurtheilung der Verhältnisse von Vulkanen zuweilen von Wichtigkeit seyn kann. Ueberall, wo wir Bimssteine finden oder von ihnen hören, sind wir nämlich, so weit unsere Erfahrungen reichen, auch zu schließen berechtigt, daß der Vulkan, welcher sie erzeugte, vorzugsweise Trachytlaven ausbrach, und es zeigt sich dieß namentlich am Vesuv überaus deutlich; denn in seiner älteren Periode, als er, wie wir gesehen haben, noch viele Trachytbrocken auswarf, producirte dieser Berg auch eine große Masse von Bimsstein, welcher in den Konglomeraten des Monte Somma sehr häufig ist. Der letzte, welchen er auswarf, ward über Herkulanum und Pompeji verbreitet; bei seinen späteren Thätigkeitsäußerungen aber hat dieser Berg immer nur basaltische und zwar meist Leucitlaven geliefert, und wir finden daher an seinem aus neueren Auswürfen aufgethürmten Kegel durchaus keinen Bimsstein; auch ist niemals erwähnt worden, daß er in neueren Zeiten je wieder dergleichen ausgeworfen

habe. An den erloschenen Vulkanen der phlegräischen Felder aber, Solfatara, Monte nuovo, Barbaro, auf der Insel Ischia, auf den Ponzainseln ist der Bimsstein sehr häufig, ja, er bildet in kleinen und sehr zerstörten Brocken sogar einen der Hauptbestandtheile, welche den Tuff in den Umgebungen von Neapel und namentlich den der langen Hügelreihe des Posilippo zusammensetzen; dafür sind aber auch die aus diesen Vulkanen hervorgebrochenen Laven immer nur von trachytischer Beschaffenheit gewesen. Die liparischen Inseln aber und die Insel Pantellaria, welche fast nichts als Trachytlaven erzeugt haben, sind auch bekanntlich überaus reich an Bimssteinen. Diese Beispiele mögen genügen, um die von uns hier vorgetragenen Ansichten, als in der Natur der Sache selbst begründet, zu zeigen.

Bevor wir nun diesen Gegenstand verlassen, scheint es wünschenswerth, noch einige Betrachtungen über die Natur der Processe anzustellen, welche bei dem Erkalten der Lava vorgehen und die Zustände hervorrufen, welche wir an derselben bereits kennen gelernt haben. Nothwendig muß es auffallen, daß wir unter den Laven eine so große, ja die überwiegende Menge von Körpern gefunden haben, welche sich in dem Zustande der Steine befinden und so ganz in ihren Eigenschaften von dem der Schlacken oder der ihnen ähnlichen Substanzen abweichen, welche wir bei unsern künstlichen Schmelzprocessen in Kalk- und Glasöfen, bei metallurgischen Arbeiten gewöhnlich hervorgehen sehen. Wir fragen daher mit Rücksicht auf diesen Umstand ganz natürlich: wie ist es möglich, daß unter gewissen Umständen solche Körper, welche durchaus nicht wie unsere gewöhnlichen geschmolzenen Substanzen (sondern wie Erde und Steine) aussehen, unter Einwirkung einer großen Hitze entstehen können? von welcher Art sind diese Umstände? welche Eigenschaften der Körper, die in Schmelzung gerathen, sind zur Hervorbringung dieses Zustandes nothwendig? welche Eigenthümlichkeiten des Feuers sind erforderlich, damit wir ein solches Resultat zu erhalten im Stande sind?

Diese für die allgemeine Kenntniß von den Zustän-

den, welche die Körper bei ihrer Verfestung durchlaufen, so allgemein wichtige Frage hat schon sehr häufig und anhaltend die Aufmerksamkeit der Gelehrten beschäftigt; denn sie ist außerdem auch noch aus einem etwas eingeschränkteren, aus dem rein geognostischen Standpunkte merkwürdig.

Bei den so sehr getheilten Ansichten, welche in dieser Wissenschaft lange über die Ursachen der Entstehung unserer Erdrinde geherrscht haben, bei dem lange Zeit hindurch stattgefundenen, bis in die neueste Zeit hineingehenden Vorwalten der Meinung: als ob die Hauptmasse derselben ein Produkt des Niederschlages aus dem in früheren Zeiten allgemein über dem Festlande verbreiteten Gewässer seyen; mit einem Worte: bei dem lange hindurch stattgefundenen Vorwalten rein neptunischer Bildungsansichten war es gewöhnlich, alle krystallinisch-körnigen Gebirgsarten, wie der Granit und die Porphyre, als eine aus ihrer wässrigen Lösung niedergeschlagene oder krystallisirte Salzmasse zu betrachten, und in der That hatte man wohl recht, dieß zu thun; denn man kannte bis in die neuere Zeit keine andere Art von Krystallisationsvorgängen, als die unserer Salze, welche aus ihren Auflösungen anschießen, und dann, je nachdem sie langsamer oder rascher krystallisiren, eine mehr oder minder grob- oder kleinkörnig verworren durch einander gewirrte Masse darbieten. Solch' eine einst aufgelöst gewesene und später durch irgend einen Vorgang krystallisirte Salzsubstanz, meinte man nun, sey der Granit, seyen die Porphyre ihrer nothwendigen Entstehung nach einst gewesen, und der Ocean, welcher zur Zeit ihrer Bildung das Festland bedeckte, habe die Mineralien, aus welchen sie bestehen, daher nothwendig einst aufgelöst enthalten müssen.

Diese Ansicht, so vollkommen sie auch den krystallinisch-körnigen Zustand der Gesteine zu erklären schien, hatte indeß stets mit der großen Schwierigkeit zu kämpfen, daß die hier aus dem Wasser voraussetzlich gefällten Substanzen in demselben großentheils gar nicht, oder doch meist nur in sehr geringem Grade lösbar gefunden

wurden; der Feldspath, der Augit, die Leucite, das Titaneisen, sind bekanntlich weder in reinem Wasser, noch in unserem gegenwärtigen Meerwasser lösbar, und doch sollten sie in demselben, wie das Kochsalz im Wasser, einst enthalten gewesen und später daraus krystallisirt seyn. Um dieß einigermaßen begreiflich zu machen, war man dann genöthigt, vorauszusetzen, daß der vorweltliche Ocean von ganz anderer Beschaffenheit, als der gegenwärtige müsse gewesen seyn, daß er die zur Auflösung der daraus vermeintlich niedergeschlagenen Substanzen nöthigen Säuren müsse enthalten haben; nur ward man freilich hiebei wieder in die Schwierigkeit verwickelt, zu erklären, wo denn diese Lösungsmittel geblieben, nachdem die von ihnen ergriffenen Substanzen daraus abgeschieden waren. Es war daher gewiß eine für unsere Kenntniß von der Bildung der Erdrinde überaus wichtige Thatsache, als die Entdeckung gemacht ward, daß unter den vulkanischen, unter unsern Augen geflossenen Substanzen viele sind, welche nicht den bisher immer für nothwendig gehaltenen Glascharakter tragen, sondern als krystallinische Aggregate verschiedener Mineralgattungen, den älteren Gesteinen analog, auftreten.

Der Erste, welcher diese Entdeckung gemacht hat, dem dieß Verhältniß in seiner ganzen Wichtigkeit erschien, war unstreitig Torbern Bergmann, welcher die vulkanischen Produkte einer genaueren chemischen Prüfung unterwarf. Ihm verdanken wir zuerst die Unterscheidung dieser Produkte in Gläser und Steinarten, und die nahe liegende Vergleichung der letzteren mit den älteren Gebirgsbildungen. Die Versuche indeß, diese Verhältnisse zu erklären, konnten bei ihm nur sehr unvollkommen ausfallen, da er Vulkane nicht in ihrer Thätigkeit gesehen hatte und auch wohl das überwiegende Vorwalten der steinartigen Laven nicht kannte, welche man damals noch am wenigsten zu sammeln pflegte.

Nächst Bergmann behandelte Dolomieu diesen Gegenstand, welchen er durch eine reiche Naturansicht der von ihm eifrigst studirten Vulkane des südlichen

Europa zu unterstützen im Stande war; das Resultat seiner Forschungen war zwar noch keineswegs befriedigend, indeß enthalten seine Betrachtungen doch einige der Aufmerksamkeit der Naturforscher überaus würdige Ansichten. Dolomieu glaubte mit Recht, daß der Uebergang eines Körpers aus dem steinartigen Zustande in den glasartigen sein Wesen in einer Vernichtung der Individualität seiner Bestandtheile habe. Vorher gesondert in einzelnen Krystalltheilchen auftretend, schmelzen dieselben nun, wenn sie Glas werden, zu einer gleichförmigen Masse zusammen; erkaltet der Körper in diesem Zustande der gleichförmigen Vermischung seiner Theile, so ist das Produkt dieser Erkaltung ein vollkommenes Glas. Diesen Zustand des Glases aber hervorzurufen, ist, bei den meisten Mineralkörpern, die Anwendung eines oft sehr bedeutenden Hitzegrades nothwendig; bei niederen Graden der Hitze bleiben sie unverändert, immer gesteigert, aber verlieren sie plötzlich das gesonderte Hervortreten ihrer Bestandtheile und schmelzen zusammen.

Wenn nun aber, so schloß Dolomieu, die Mehrzahl der Laven sich in einem nicht verglasten Zustande befinden, wenn sie nach dem Erkalten die Beschaffenheit der nicht vom Feuer veränderten Gebirgsarten besitzen, so können sie, meinte er, bei ihrem Ausbruche auch keinem sehr bedeutenden Hitzegrade ausgesetzt gewesen seyn. Die Lava mußte daher nach ihm großentheils, wie wir schon erwähnt haben, kein wahrhaft geschmolzener Körper gewesen seyn, ihr Fließen konnte kein wahrer Fluß seyn, wie der des geschmolzenen Glases und der Metalle; ihre Theilchen waren seiner Vorstellung nach durch die Kraft der Hitze nur aufgelockert, nicht geschmolzen, und sie erhalten dadurch die Kraft, lose übereinander hinzurollen; ja, der Wärmestoff dient ihnen dabei wie eine Art Flußmittel, wie etwa Wasser mit Sandkörnern oder Thon einen beweglichen, scheinbar gleichförmigen Schlamm zu bilden im Stande ist. Entweicht er, so fallen die unzerstörten, nur aufgelockerten Mineralpartikelchen zusammen und stellen eine zusammengekittete, körnige Masse von derselben steinartigen Beschaffenheit wie

zuvor dar. Da man nun übrigens bei körnigen Gesteinen, welche künstlich erhitzt werden, einen solchen Zustand der Auflockerung und Verschiebbarkeit ihrer Theilchen, nicht ihrer Schmelzung vorhergehen sieht, so sah sich Dolomieu genöthigt, anzunehmen, daß ein sehr lange anhaltender, niederer Hitzegrad solche Erscheinungen hervorzurufen im Stande sey. Er meinte, daß, wenn die Körper, wie es im Innern der Vulkane der Fall ist, lange Zeit hindurch einer Erhitzung ausgesetzt sind, sie endlich so von Wärme durchdrungen werden, daß ihre Theilchen, ohne zu schmelzen, sich nur von einander mechanisch zu lösen vermögen. Da indeß übrigens die Lava doch in der That oft sehr dünnflüssig seyn kann, indem sie völlig nach den Gesetzen flüssiger Körper dahinströmt, so war er genöthigt, anzunehmen, daß sie bei ihrer Ergießung eine leicht schmelzbare, flüssige Substanz enthalte, in welcher gleichsam die aufgelockerten Theilchen derselben schwimmen und welche dann bei dem Festwerden entweiche.

Unter den Stoffen aber, welche diese Rolle möglicher Weise übernehmen könnten, schien ihm besonders der bei den meisten vulkanischen Erscheinungen so häufig in Betracht kommende Schwefel geeignet, solche Wirkungen hervorzubringen. Schon bei so sehr niederen Hitzegraden schmelzend, konnte er als flüssige, geschmolzene Masse sehr leicht aus den Vulkanen hervorgetrieben werden, die Krystalltheilchen der Lava mit sich herabwälzen und an der Luft während des Erstarrens durch Verbrennung entweichen. Daher auch finde man den Schwefel in verhältnißmäßig stets nur geringer Menge in der erkalteten Lava; doch rieche man ihn vorwaltend so häufig in den von ihr ausgehenden Dämpfen während des Fließens.

Diese in sich so gerundete Ansicht, welche namentlich durch den Charakter einer großen Consequenz in ihren Elementen für sich einnimmt, ward sehr bald durch die Untersuchung von Dolomieu's Zeitgenossen, Spallanzani, einer genaueren, an Versuchen und Beobachtungen überaus reichen, anziehenden Prüfung unterworfen.

Spallazani machte eine sehr große Menge von Schmelzversuchen mit Laven und mit andern verwandten Gesteinen aus allen Theilen Italiens, und da er fand, daß sie alle bei einer Hitze, welche die Lava in den Vulkanen wenigstens besitzen muß, ihre mineralogischen Eigenthümlichkeiten einbüßen und sich in eine gleichförmige Glasmasse verwandeln, so versuchte er die von Dolomieu vorausgesetzten Erfordernisse künstlich nachzuahmen, und setzte die Lavamassen einer verhältnißmäßig geringen Erhitzung lange anhaltend für längere Zeit aus. Die Einrichtung der Glasöfen zu Pavia gab ihm Gelegenheit, diesen seinen Versuchen die erwünschte Vollendung und Ausdehnung zu geben. Er schloß Lavastücke in Höhlungen von den Wänden der Schmelztiegel ein, und setzte sie so verschieden erhöhten Hitzegraden während 45, ja bei einigen bis zu 90 Tagen lang aus, ohne sie zu schmelzen. Das Resultat, was er erlangte, war nur, daß ein geringer Hitzegrad lange anhaltend ähnliche Wirkungen hervorbringt, wie ein größerer schnell vorübergehend. Die so behandelten Laven verglasten sich, ohne zuvor aufgelockerte, körnige Gesteine zu bilden, allmählig von außen nach innen, und nach 90 Tagen Verlauf waren auch die strengflüssigsten durch und durch in eine gleichförmige Glasmasse verwandelt. — Spallanzani untersuchte ferner, ob etwa nach der Voraussetzung Dolomieu's ein Zusatz von Schwefel die Flüssigkeit der Lava befördere, und ohne die Produkte der Erkaltung nach dem Schmelzen mit demselben vielleicht steinartige, nicht glasige krystallinisch-körnige Substanzen geben möchten. Er vermengte deßhalb eine und dieselbe Lava gepulvert mit 3/4 Theilen Schwefel und setzte beide, die gemengte und die ungemengte, denselben Hitzegraden aus; er bemerkte dabei, daß beiderlei Laven genau gleichviel Zeit brauchten, um in Fluß zu gerathen, und nach dem Erkalten waren beide genau in dieselbe Art von Gläsern verwandelt. Ganz dasselbe zeigte sich auch, wenn statt des Schwefels Schwefelkies angewendet wurde, welchen wir vielleicht auf der Werkstätte der Vulkane vorhanden voraussetzen dürften. Es bestätigten sich also

Dolomieu's Ansichten durchaus nicht, und Spallanzani macht gegen die Möglichkeit derselben auch noch eine Menge von anderen sehr triftigen Einwendungen. Er sagt nämlich, daß, wenn wirklich in der Lava ein verbrennliches, flüchtiges Flußmittel vorhanden wäre, man dieselbe nothwendig beim Fließen mit heller Flamme müsse brennen sehen, während solche Erscheinungen an der Lava nie beobachtet werden, sondern daß die Flammen, welche auf ihr erscheinen, nur von zufälligen Verbrennungen fremder Körper erzeugt werden. Ebenso richtig ist gewiß die Bemerkung, daß, wenn Lava einmal erkaltet ist, sie nach Dolomieu's Ansicht, da das Flußmittel aus ihr entwichen war, sehr viel schwerer würde wieder schmelzen können, als zuvor; wir haben indeß gesehen, daß die einmal erkaltete Lava sehr leicht wieder in Fluß zu versetzen ist, und zwar bei einer Temperatur, welche sie während ihrer ersten Flüssigkeit erweislich schon entschieden gehabt hat.

Spallanzani gelangte durch seine Versuche und nach vielen Bemühungen auch zu eignen, aber freilich wohl sehr wunderlichen Resultaten über diese Verhältnisse. Von den Ansichten Dolomieu's ausgehend, daß die Verglasung eine Vernichtung der Individualität der Krystalltheilchen sey, und bemerkend, daß diese Verglasung bei den meisten Laven wirklich nicht stattfinde, kam er zu der seltsamen Meinung, daß das Feuer der Vulkane von dem künstlich erzeugbaren, uns dienenden völlig verschieden seyn müsse; denn, sagte er, dieses Feuer hebt den krystallinischen Zusammenhang von Theilchen nicht auf, welchen unsere künstliche Hitze schon sehr leicht zerstört; einige Mineralgattungen aber, welche wir im künstlichen Feuer nicht schmelzen konnten, wie Leucite, Granaten, schmilzt das vulkanische Feuer mit Leichtigkeit. Es üben daher, so schloß er, beide Arten von Feuer geradezu entgegengesetzte Wirkungen aus, und er meinte, dieß sey eine Art von physikalischem Räthsel, dessen Lösung zu finden wohl niemals gelingen werde.

So befand man sich denn scheinbar in einem Labyrinthe, dessen Dunkel durch keine zurechtweisende That-

sache erhellt wurde; doch gelang es, in derselben Zeit noch eine Thatsache aufzufinden, deren Beachtung und weitere Anwendung dieses Problem bald auf eine befriedigende Weise zu lösen gestattete.

Es wurde schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts durch den ausgezeichneten französischen Physiker Reaumur die Bemerkung gemacht, daß es Fälle gebe, in welchen das gewöhnliche, künstlich bereitete Glas unter Einwirkung der Hitze aus dem glasartigen Zustande in den eines steinähnlichen, krystallinisch-gebildeten Körpers übergehen könne. Er erhielt nämlich ein solches Produkt, welches sich von dem gewöhnlichen Glase durch die Annahme einer milchweißen oder grauen Farbe, durch völlige Undurchsichtigkeit, matten Bruch und eine Art von körnigem oder krystallinisch-fasrigem Gefüge auszeichnet, wenn er das Glas, eng umschlossen, mit pulverförmigen Substanzen, Gyps, Sand und dergl. längere Zeit hindurch der Glühhitze aussetzte und es dann in denselben erkalten ließ. Man nannte diesen merkwürdigen neu erhaltenen Körper nach dem Entdecker Reaumur'sches Porcellan, ohne denselben zuerst weiter einer besondern Beachtung zu würdigen. Später machte man wiederholt die Bemerkung, daß durch zufällige Umstände auch ohne diese Art von Cämentation, Glas in den steinartigen Zustand verwandelt werde, und aus zahlreichen Erfahrungen, die man in Glashütten, Schmelzöfen gelegentlich anzustellen Veranlassung fand, ging hervor, daß diese Erscheinung wesentlich nur durch ein langsames Abkühlen der im Fluß befindlichen Glasmasse bewirkt werde; es hätte mithin Reaumur bei seinen Versuchen, das Glas nur durch enge Umhüllung mit schlechten Wärmeleitern zu umgeben, was der Entstehung eines steinartigen Gefüges ganz besonders günstig seyn mußte. Man betrachtete daher diese Art der Umwandlung des Glases in Stein als ein allgemein stattfindendes physikalisches Phänomen, welches man mit dem Namen der Entglasung (devitrification) belegte.

Die Zahl der Schriftsteller, welche über dieses Verhältniß Betrachtungen angestellt und dahin gehörige

Thatsachen erzählt haben, ist sehr groß, und es möchte daher schwer und auch undankbar seyn, in aller Strenge auszumitteln, wer zuerst wieder diesen Gegenstand aus dem für uns interessanten Gesichtspunkte betrachtet habe. Einer der ersten Beobachter, welcher eine hierher gehörige Thatsache hervorhob, war unstreitig der schottische Naturforscher Dr. Keir. Er erzählt, daß durch Vernachlässigung der Arbeiter in einer Glasfabrik zu Leith ein großer Glashafen mit geschmolzenem grünen Bouteillenglase erfüllt zum Erkalten kam, und daß man, als diese Masse nun wieder geschmolzen und gebraucht werden sollte, sie mit Verwunderung in einen ganz eigenthümlichen, steinähnlichen Körper umgewandelt fand.

Interessanter unstreitig sind indeß wohl in dieser Beziehung keine Beobachtungen, als die, welche von Dartigues und von Fleuriau de Bellevue vielfach gemacht wurden. Der Erstere war Besitzer einiger ansehnlichen Glashütten, und er bemerkte, daß man auf dem Boden der Glasöfen gewöhnlich beträchtliche Höhlungen antreffe, die in der Regel eine Art Glas enthalten, welches aus dem vom Tiegel übergelaufenen Glase, in Verbindung mit Ofenstein, geschmolzener Asche, gebildet wird. Läßt man den Glasofen, nachdem er hinlänglich lange gedient hat, auslöschen, so erkaltet dieses, von mehreren Kubikklaftern Mauer umgebene und mehr als ein Jahr lang erhitzt gewesene Glas überaus langsam, und man findet es dann zuletzt beim Zerbrechen natürlich auf den mannigfaltigsten Stufen der Entglasung, bei deren Anblicke man sehr häufig an seinen vormaligen Zustand noch kaum würde denken können, fände man es nicht in der eben erwähnten Verbindung. Dartigues sah einige von diesen entglasten Massen, welche so vollkommen ein feinkörniges Gefüge angenommen hatten, daß man es sehr leicht für einen feinkörnigen Sandstein hätte ansehen können; man konnte es indeß sehr leicht durch alle Arten von Uebergängen bis zum vollkommenen Email verfolgen. Andere Stücke waren fasrig geworden und schienen, ganz wie es bei entglasten Obsidianen der Fall ist, wie beim Perlstein, aus kleinen

strahlenförmig auseinanderlaufenden Krystallnadeln gebildet; zuweilen sah man einzelne solche bis 1½ Linien lange Krystallnadeln wie schwimmend vereinzelt in der Glas- oder Emailmasse zerstreut, und es bildete sich hier also ein wahrer Obsidian- oder Pechsteinporphyr. Ja, zuweilen bildeten diese strahlenförmigen Partien näher zusammenrückend, kleine, sich von einander absondernde Kugeln, wie dieß beim Perlstein der Fall ist.

Was indeß Dartigues nur bei dieser einen günstigen Gelegenheit zu bemerken verstattet war, das zeigte Fleuriau de Bellevue vielfach bestätigt durch fleißiges Sammeln von gelegentlich erhaltenen Produkten aus Glashütten, Kal öfen, Eisenhütten. Er schrieb über diesen Gegenstand 1802 eine sehr gehaltreiche Abhandlung, aus welcher hervorgeht, daß sich ursprüngliche Glasmassen als das Produkt künstlicher Schmelzprocesse unbedenklich in allen den verschiedenartigen Zuständen des Gefüges und variirender Zusammensetzung finden, in welcher unsere steinähnlichen Gebirgsarten vorkommen; fasrige, körnige, dichte und selbst erdige Massen, keine von allen im Entferntesten an den Glasursprung erinnernd, waren sehr häufig erhalten worden. Einzelne dichte Substanzen sahen vollkommen der von uns oben erwähnten Petrosilexgrundmasse vieler Laven und Porphyre höchst ähnlich, und in ihnen lagen kleine, sechsseitige Krystallsäulen zerstreut, vollkommen wie die Feldspathkrystalle in der Porphyrgrundmasse. Oft bildeten solche Krystalle, deren mineralogische Natur wir leider nicht näher untersucht finden, Drusen in Blasenräumen, wie dieß in den Blasenräumen vieler Laven ja so häufig ist. Andere waren einem Hornblende- oder Trappgesteine aus den Alpen oder basaltischen Laven vom Monte Somma, vom Aetna durchaus ähnlich. Noch andere bestanden unter der Loupe sehr deutlich aus mehrerlei durcheinander krystallisirten Substanzen, konnten also füglich als ein granitisch-körniges Gestein gelten. Einzelne fasrige Substanzen waren so vollkommen matt und seidenglänzend, fasrig und milchweiß, wie die schönsten Tremolith- oder Asbeststücke, und nur durch nähere

chemische Prüfung fanden sich unter diesen und den ihnen ähnlichen Mineralkörpern wesentliche Verschiedenheiten.

Vauquelin, welcher einige dieser Fasersubstanzen analysirte, fand in ihrer Zusammensetzung eine vollkommene Uebereinstimmung mit einigen Zeolithen, welche nicht selten in den Blasenräumen mancher Laven und noch häufiger in vielen Basalten vorkommen. Als Fleuriau de Bellevue Stücke dieser Substanz ohne ihren Ursprung anzugeben nach Paris schickte, wurde dieselbe allgemein für ein natürliches Mineral angesehen. Ganz derselben Art, nur freilich übrigens selten so vollkommen entwickelt, waren die Erscheinungen, welche auch mehrfältig von andern Beobachtern bemerkt wurden, und wir erhalten dadurch zunächst also die vollständige Ueberzeugung, daß keineswegs unter allen Umständen als das Produkt einer Schmelzung erdiger Mineralkörper immer nur Glas könne erzeugt werden, wie dieß alle früheren Beobachter von vulkanischen Erscheinungen geglaubt haben.

Der Versuch, diese merkwürdige Eigenschaft der Mineralkörper, aus dem glasigen Zustande in den steinigen überzugehen, zu erklären, mußte natürlich mit einer Betrachtung der verschiedenen Eigenschaften des Glases vor und nach seiner Entglasung beginnen; man fand dabei merkwürdig genug, daß das Glas nicht nur durch seine Entglasung sein bisheriges äußeres Ansehen verändere, sondern es ändert damit auch noch manche andere seiner physischen Eigenschaften. Die entglaste Masse ist nach mehrfachen Beobachtungen um ein Beträchtliches schwerer schmelzbar, als in ihrem ursprünglichen Zustande, sie ist härter als zuvor, ja sie ist selbst auch specifisch schwerer, nach Guyton Morveau statt 2,62 = 2,77 bis 2,80 und wird ein Leiter der Elektricität, statt daß das Glas sonst bekanntlich einer der kräftigsten Isolatoren derselben ist. Sie erlangt die Eigenthümlichkeit vieler Mineralkörper, namentlich der Zeolithe, mit Salpetersäure eine Gallerte zu bilden. Man glaubte daher, eine solche Veränderung der Eigenschaften könne nicht ohne eine Veränderung in der

chemischen Zusammensetzung der Bestandtheile stattfinden, und namentlich glaubten auch Einige in dieser Beziehung bemerkt zu haben (Kirwan, Fleuriau), daß diese entglasten Massen wenig oder gar kein Kali oder Natron enthalten. Diese Meinung indeß widerlegt sich von selbst durch die Erfahrung, da die Versuche von J. Hall es erwiesen haben, daß diese entglasten Körper, umgeschmolzen, sich in Glas von seinen alten Eigenschaften verwandeln, ja daß man diesen Versuch so oft als man wolle wiederholen könne. Es widerlegt übrigens diese Voraussetzung auch noch die merkwürdige Erfahrung von Magnus, daß wahrscheinlich alle Mineralien, wenn sie geschmolzen werden, ohne ihre chemische Beschaffenheit zu verändern, und wenn sie nun in diesem geschmolzenen Zustande und als Glasmasse erscheinen, eine sehr merkliche Verminderung ihres specifischen Gewichtes erleiden. Es gelang ihm zwar die Ausmittelung dieses Verhältnisses nur an sehr wenigen Substanzen, da die meisten derselben beim Schmelzen Wasser verlieren, oder die in ihnen enthaltenen Metalle ihren Oxydationszustand ändern, oder nach dem Erkalten rasch wieder krystallisiren; sie zeigte sich indeß ganz konstant am Vesuvian, dessen specifisches Gewicht ungeschmolzen 3,35 bis 3,45, geschmolzen als Glas aber 2,94 bis 2,95 beträgt, und muthmaßlich am Feldspath, dessen specifisches Gewicht sich von 2,55 auf 1,921 ändert.

Diese merkwürdige Beobachtung aber gibt uns zugleich auch noch auf eine sehr befriedigende Weise den Schlüssel zur Erklärung des Ueberganges der Gläser in den steinartigen Zustand. Wir erhalten dadurch die vollkommene Ueberzeugung von der Richtigkeit der zuerst von Dolomieu gemachten Voraussetzung, daß der glasartige Zustand eines und desselben Körpers von dem steinartigen desselben nicht in einer chemischen Verschiedenheit seiner Bestandtheile, sondern nur in einem verschiedenartigen Aggregatzustande beruhe. Wird ein steinartiger oder aus krystallinischen Mineraltheilen zusammengesetzter Körper geschmolzen, so wird die regel-

mäßige Anordnung dieser Theilchen nur aufgehoben, sie werden sich in einer unordentlichen, vollkommen indifferenten Lage befinden, und es wird dadurch eine scheinbar gleichförmige flüssige Masse gebildet werden, deren Theilchen nach jeder beliebigen Richtung verschiebbar werden seyn müssen. Soll nun aber aus dieser indifferenten Flüssigkeit sich wieder bei der Verfestung ein krystallinischer Zustand erzeugen, so müssen die gleichartigen Theilchen sich wieder in symmetrischen Verhältnissen, nach gewissen Gesetzen zu bestimmten Achsen zusammenordnen. Damit aber dieses geschehen könne, ist eine gewisse Zeit erforderlich, die Theilchen müssen Zeit haben, sich zusammenzufinden und nach den Gesetzen der Krystallisatian aneinander zu legen. Dieß geschieht aber bei langsamer Erkaltung. Wenn eine geschmolzene Masse längere Zeit hindurch flüssig bleibt und langsam erkaltet, so wird sie Zeit haben, zu krystallisiren; wenn aber der Uebergang aus dem flüssigen Zustande in den starren sehr rasch erfolgt, so verharren die Theile in der indifferent durcheinander gemengten Lage, welche sie im flüssigen Zustande besitzen, und es wird sich alsdann eine scheinbar gleichförmige, spröde Masse oder das Glas bilden. So wie aber ein Haufen unordentlich durcheinander geschütteter Mauersteine oder Holzscheite immer einen größeren Raum einnimmt, als wenn dieselben symmetrisch geordnet aneinandergereiht werden, so geschieht es auch bei dem glasigen Zustande im Verhältniß gegen den krystallinisch-körnigen, steinartigen; eine und dieselbe Masse nimmt, als Glas geschmolzen, ein größeres Volumen ein, als im Zustande des Steines, dessen specifisches Gewicht daher bei dieser Umänderung verringert wird.

Da alle diese Erscheinungen auf eine so sehr befriedigende Weise mit der Natur der Verhältnisse übereinstimmen, so bleibt gegenwärtig nur übrig, eine Anwendung davon auf den Aggregatzustand der Laven zu machen, und dieß kann unter den gegenwärtigen Umständen nur sehr leicht werden. Wir haben früher gesehen, daß die Lava entschieden als eine im feurigen

Flusse, im Zustande vollkommener Schmelzung befindliche Mineralmasse müsse betrachtet werden; wir haben schon an Beispielen erläutert, wie außerordentlich langsam das Erkalten dieser Masse besonders im Innern der Ströme erfolgt, welche unter Bedeckung von Schlacken wie in schlechten Wärmeleitern sorgfältig eingehüllt erscheinen. Es kann daher nicht auffallen, daß im Innern dieser Masse auch die Theilchen Zeit gefunden haben, sich krystallinisch zusammen zu gruppiren, und daß wir daher nun ihr Inneres, statt wie ursprünglich erwartet, in einem glasartigen, meist vorwaltend in einem steinartigen, granitisch-körnigen Zustande gefunden haben. Es stimmt daher ganz wohl mit diesen Erfahrungen überein, daß sich zu Torre del Greco 1794 das von dem Einbrechen der Lava geschmolzene und in ihr erkaltete Fensterglas in eine milchweiße, krystallinisch-körnige Masse verwandelt fand; es war Reaumursches Porzellan geworden.

Ganz besonders interessant aber noch scheint es, zu erwähnen, daß man auch bei künstlichen Versuchen, die Lava und verwandte Gesteine zu schmelzen und sie willkührlich rasch oder langsam erkalten zu lassen, die befriedigendsten Resultate erhalten hat; denn man erhielt in dem einen Falle Glas, in dem andern aber eine körnige Steinmasse, welche der ungeschmolzenen Lava ganz gleich ist. Diese Versuche sind besonders in den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts und in den ersten des gegenwärtigen in Schottland gemacht worden. Denn es hatte sich dort gerade zuerst durch die scharfsinnigen Betrachtungen von James Hutton (1795), gleichzeitig mit der Ausbildung der neptunischen Erdbildungshypothese von Werner in Deutschland, die Ansicht gebildet, daß Granit, Porphyre, Grünsteine, Basalte ganz entschieden als vulkanische und aus feurigem Flusse krystallisirte Gesteine müßten betrachtet werden. J. Hutton war der Meinung, daß zur Hervorbringung dieses Zustandes ein großer Druck, welcher auf den erkaltenden Körper wirken müsse, nothwendig gewesen sey, und er sah diesen in dem Drucke

des ursprünglich bei Bildung dieser Gesteine darüber gestandenen Meeres. James Hall aber hielt sich überzeugt, daß nach den damals schon bekannten Erfahrungen eine langsame Abkühlung zur Hervorbringung dieser Verhältnisse hinreiche, und veranstaltete direkte Versuche zur Prüfung dieser Ansicht. Er nahm daher insbesondere schottische Trappgesteine, welche dort Whinstone genannt werden, und um allen Verdacht zu vermeiden, als ob er durch starke Hitze nur eine nach Dolomieu's Voraussetzung entstehende Auflockerung der Krystalltheilchen bewirkt hätte, so schmelzte er sie jedesmal erst vollkommen und ließ sie rasch abkühlen, wobei er dann ein gleichförmiges, schwarzes Glas erhielt. Dieses Glas aber schmelzte er wieder und ließ es dann durch Umhüllung mit schlechten Wärmeleitern sehr langsam erkalten. Dann aber erhielt er stets steinartige Produkte, welche ihren Urbildern vollkommen ähnlich waren. Einige dieser Substanzen waren von ursprünglichen, dichten und feinkörnigen Basalten durchaus nicht zu unterscheiden, einige derselben waren hin und wieder nach Art der Laven mit Blasenräumen erfüllt, in welchen kleine, unbestimmbare Krystalldrusen auftraten. In einer körnigen Basaltmasse hatten sich sogar porphyrartig deutliche Augitkrystalle ausgeschieden (welche J. Hall für Hornblende ansah), und steckten gleichförmig vertheilt in der körnigen Grundmasse; ja bei einigen Trapparten war die Neigung zur Krystallisation so groß, daß sie, schnell an der Luft erkaltet, zwar glasartige Rinden, aber im Innern einen steinartigen, fein krystallinisch-körnigen Kern erhielten.

Diese merkwürdigen Versuche von J. Hall wurden wenige Jahre später wieder aufgenommen durch Gregor Watt; und es wurden dadurch in allen wesentlichen Dingen ganz dieselben Resultate erhalten. Die Versuche von Watt unterscheiden sich von denen des J. Hall nur dadurch, daß er im Stande war, bei denselben mit größeren Massen zu operiren. Er wandte nämlich zu seinen Hauptschmelzversuchen ein Stück eisenreichen Basaltes von 5½ Fuß Länge, 2½ Fuß Breite und 4 bis 18 Zoll Dicke

an, und er fand, daß dasselbe bei rascher Erkaltung ein schwarzes Glas voll kleiner, sphärischer Körner bildete; etwas langsamer abgekühlt, ward die Masse excentrisch-fasrig, und nahm eine mehr perlstein- oder glaskopfähnliche Textur an, wobei einige Sphäroide bis 2 Zoll im Durchmesser erhielten; war die Erkaltung indeß noch langsamer, so wurde die Masse theils dicht, theils feinkörnig, und man sah in derselben eine Menge scharfeckig begränzter, porphyrartig eingewachsener Krystalle. Wir können mithin also durch diese oben angeführte Reihe von Erfahrungen das Problem von der steinartigen Bildung der meisten vulkanischen Produkte als vollkommen befriedigend gelöst angesehen, und während daher Dolomieu seine Forschungen über dieses ihm räthselhafte Verhältniß mit der Voraussetzung begann, als sey die Hitze der Vulkane nicht fähig, den krystallinischen Zusammenhang der Theilchen in den Gebirgsarten aufzuheben, sind wir dagegen nun zu der Folgerung genöthigt, diese Hitze sey so intensiv und lange anhaltend, daß sie den im Zustande vollkommener Schmelzung befindlichen Theilchen der Lava gestattet, sich den Gesetzen der Verwandtschaft und der Krystallanziehung gemäß zu ordnen, bevor sie erstarren können. Nur diejenigen Lavastücke also, welche in kleinen Massen ausgeworfen werden, oder bei welchen besondere Umstände (Gasentwicklung wie beim Bimsstein oder große Dünnflüssigkeit, welche dünne Platten bildet) ein schnelles Abkühlen gestatten, werden nach dem Erkalten als Gläser erscheinen, und es ist eine anziehende Erscheinung, an vielen Obsidianen ganz dieselben Verhältnisse der Entglasung, bis zum vollständigen Uebergange zu Email und Steinen, genau in derselben Weise zu beobachten, wie an künstlichen Hüttenprodukten.

Es gewährt übrigens eine angenehme Befriedigung, zu sehen, daß man sowohl durch aufmerksames Beobachten unter den Hüttenschmelzprodukten Fossilien aufgefunden, als auch bei Anwendung zweckmäßiger Methoden künstlich durch feurigen Fluß gebildet hat, welche, in den Laven durch die Natur selbst erzeugt, eine mehr

oder minder bedeutende Stelle einnehmen. Insbesondere hat auch in dieser Beziehung die Wissenschaft Mitscherlich und Berthier einige höchst schätzbare Beobachtungen zu danken.

Zunächst ist es von Mitscherlich bemerkt worden, daß viele Schlacken, welche bei schwedischen Hüttenwerken gewonnen werden, ganz die chemische Zusammensetzung, die innere Struktur und auch die Krystallform des Augites besitzen. So gewinnt man gelegentlich eine große Masse solch' künstlichen Augites zu Fahlun; zu Sahla wird beim Einschmelzen eine Schlacke gewonnen, welche dem Basalt täuschend ähnlich ist und viele Blasenräume enthält, welche mit Augitkrystallen bedeckt sind. Ja, es gelang sogar Mitscherlich und Berthier gemeinschaftlich, indem sie Kieselerde, Talk- und Kalkerde in den beim Augit vorkommenden Verhältnissen zusammenmengten, durch Schmelzung dieser Masse in einem Tiegel in Porzellanofen zu Sèvres bei Paris, auf direktem Wege ungemein schöne und deutliche Augitkrystalle zu erhalten. Ganz in ähnlicher Weise ist auch der in Basaltlaven so häufig auftretende Olivin nun in sehr vielen künstlichen Ofenschlacken (Val di Brosso in Piemont, Fahlun) vollkommen ausgebildet gefunden worden, und es ist ebenfalls Mitscherlich, welcher zuerst hierauf aufmerksam gemacht hat; auch hat Berthier den Olivin ganz in ähnlicher Weise wie den Augit durch Zusammenschmelzen seiner Bestandtheile (aus kohlensaurem Manganoxydul und Kieselerde) in sehr vollkommenen Krystallen erhalten.

Ein in sehr vielen Fällen in Laven, Basalten vorkommendes Fossil, der Magneteisenstein, wird häufig bei der Röstung von Eisensteinen in Schweden erhalten, und kann auch sonst künstlich durch Behandlung des Eisens gewonnen werden. Die auf künstlichem Wege nachzuahmende Eisenglanzbildung nach Mitscherlich's Beobachtungen habe ich schon früher erwähnt. Es ist ferner auch noch gelungen, unter den krystallinischen Produkten der Hüttenwerke künstlich erzeugten Glimmer zu finden. Es war dieß wiederum in Schweden unter

alten Schlackenhalden beim Schlosse Garpenberg; er bildete dort sehr schöne sechsseitige Tafeln von 2 bis 3 Linien Durchmesser, und nach Mitscherlich's Versuchen kommt derselbe in seinen physikalischen Merkmalen sowohl, als in seinen Bestandtheilen am meisten mit dem bekannten schwarzen Glimmer aus Siberien überein.

Es ist nach diesen Resultaten unstreitig noch von ganz besonderem Interesse gewesen, Feldspath, dieses in der Zusammensetzung des vulkanischen Theiles unserer Erdrinde so überaus bedeutungsvolle Mineral, als künstliches Erzeugniß unter den Hüttenprodukten zu finden, welches erst in der neuesten Zeit gelungen ist. Im October 1834 fand man zahlreiche schöne Krystalle von künstlich erzeugtem Feldspath an der Innenwand eines Kupferschmelzofens bei Sangershausen, in Begleitung von zinkischen Ofenbrüchen. Sie haben sich hier während des Verschmelzens der Kupfererze unter Bedingungen gebildet, welche noch nicht ganz genau bekannt sind; es ist indeß durch diesen merkwürdigen Fund jetzt, wie auch schon Mitscherlich bemerkte, sehr wahrscheinlich geworden, daß es recht bald gelingen werde, den Feldspath künftig nach Willkühr darzustellen.

Somit hätten wir denn die wichtigsten Thatsachen, welche der Fleiß der Beobachter in Betreff der Erdbeben und Vulkane zu Tage förderte, in übersichtlichem Zusammenhange darzustellen gesucht, und wir wenden uns nun zu einer geographischen Uebersicht der Vulkane. (Nach Berghaus's Länder- und Völkerkunde.)

Inhalt.


Werner

